노인의 근력 증진 운동기기와 관련 가상현실 컨텐츠 동향

정경열, 임병주, 박창대 | 한국기계연구원
김진영, 동은석 | (주)DNK

[요약문]

노화가 시작되면 체력이 저하되어 면역기능이 떨어져 쉽게 병에 걸리고 환경에 대한 적응력이 떨어진다. 특히 60세 이상이 되면 근육 양과 근력이 급격히 가속화되어 신체적으로 약화되기 시작한다. 노화는 자연스럽게 진행되지만 꾸준한 운동을 통해 근력 저하 속도를 늦출 수 있다. 근력 증강을 위한 다양한 기기 개발에도 불구하고 노인들이 사용하는데 어려움이 있다. 특히 노인 신체적 특성에 맞는 운동기기 개발이 절실하며, 노인의 흥미를 유발시켜 자발적 참여를 유도하는 환경이 제공되어야 한다. 가상현실 기술은 실재하지 않거나 먼 거리에 있는 환경을 가상세계로 생성시켜서, 인간의 오감을 각종 인터페이스 장치를 통해 신호를 전달하여 가상의 현실 환경에 실재하고 있다고 느끼도록 만들어 주고, 가상세계와 상호작용을 통해 의료 진단, 치료, 재활 등에 유용한 도구 및 환경을 제공한다. 이러한 가상현실 기술의 특성 때문에 노인의 운동 참여와 운동 효과를 극대화 할 수 있다.

본 논문에서는 근력의 특성을 분석하고 노화와 근력과의 관계를 조사하고, 상지 근력 증강 운동기와 해당 가상현실 컨텐츠 그리고 관련 컨텐츠 개발 동향에 대해 제시하고자 한다.

1. 서 론

노화가 시작되면 심폐기능, 근력, 근지구력, 유연성 등 건강 체력이 저하되어 면역기능이 떨어져 쉽게 병에 걸리고 환경에 대한 적응력이 떨어지게 된다. 이러한 노화에 따른 여러 기능상의 퇴화와 체력저하는 자연스러운 현상이다. 특히 노화는 근육 양과 근력이 감소되면서 근 기능의 퇴화로 연결되어 노년기에 접어들면서 가속화되는데 근 기능의 퇴화는 결과적으로 활동력의 감소로 연결되며 활동력 감소는 신체능력의 저하를 가속화시킬 뿐만 아니라 사망률도 높인다[1][2].

근력은 저항에 대하여 근육이 한 번에 최대로 낼 수 있는 힘으로서 근육의 능력 즉, 근육이나 근조직이 단 한 번에 발휘할 수 있는 최대의 힘으로 정의할 수 있다. 또한 근력은 근육의 수축으로 발생되는 장력을 말하며 근육의 횡단면적, 근신경계의 작용 및 심리적 요인에 영향을 받는다. 다양한 근력 증진 방법이 있지만 노인들에게는 결코 쉬운 운동이 아니며 단순 반복운동의 지루함으로 체계적으로 장기간 수행하는데 무리가 있다. 노인의 운동 참여도와 흥미유발을 증진시키기 위한 방안으로 가상현실 공간에서 스포츠 활동을 통해 참여도와 의료적 효과를 동시에 극대화 할 수 있는 신기술 개발이 제안되고 있다. 이러한 신기술은 국내 IT 산업의 우수한 기술력으로 다양한 가상현실 컨텐츠와 기기를 통하여 충분히 구현이 가능한 상태이다.

본 논문에서는 사람의 근력에 대한 이해를 높이기 위해 근력에 대한 자료를 제시하고, 노화와 근력 감소와의 관계

를 조사하여 제시하고자 한다. 또한 노인들의 운동능력 증진을 목적으로 한 근력 중 상지근력을 증강시킬 수 있는 운동기의 구성과 다양한 가상현실 컨텐츠 동향을 제시한다.

2. 근력에 대한 이해

일반적으로 근력은 정적 근력(isometric strength)과 동적 근력(dynamic strength)으로 구분된다. 정적 근력은 근섬유 길이가 변함없이 수축하여 힘을 내는 등척성 수축 때 낼 수 있는 근력을 말하며, 동적 근력은 근섬유의 길이를 단축시키면서 수축하여 힘을 낼 수 있는 등장성 수축 때의 근력을 말한다. 정적 근력은 주로 움직이지 않는 물체에 가할 수 있는 힘이기 때문에 헬스장보다 장애인 재활 클리닉에서 종종 이용한다. 예를 들면 못 움직이는 팔다리의 위축증(atrophy)을 방지하기 위한 재활운동이 여기에 속한다. 동적 근력은 동심(concentric) 또는 편심(eccentric) 움직임으로 더 세분화할 수 있다. 동심 움직임은 근육의 힘이 무게 저항을 충분히 극복하여 움직이는 것으로 근육이 수축되어 중력을 극복하고 무게 저항을 움직이게 한다. 편심 움직임은 무게에 대해 극복하는 것(overcoming) 보다 저항하는 것(resisting)을 뜻한다. 일반적으로 무거운 것을 들기 위해 힘을 줄 때 근육이 늘어나게 되는 현상이다. 피로하지 않는 근육의 경우 편심력은 동심력 보다 40% 이상 더 크다.

근력을 강화시키기 위한 운동기구로는 근육에 대한 저항의 방법으로서 그림 1과 같이 바벨, 덤벨, 그 외 하중 기구 등의 중량물에 의한 외부저항을 부하로 이용하는 근력 운동 방법과 고무튜브, 스프링 등과 같이 탄성체를 이용한 근력 트레이닝 방법, 그리고 자신이나 파트너의 체중을 부하로 이용하는 근력운동 방법과 모래사장, 비탈길 또는 계단 뛰기와 같이 외부환경의 저항을 이용한 방법 등이 있다.

2.1 근섬유의 특징

근력운동과 근섬유는 밀접한 관련이 있기 때문에 근섬유에 대해서 자세히 살펴보기로 한다. 근섬유는 지근(Slow Twitch)과 속근(Fast Twitch)으로 구분되는데 사람마다 근섬유 전체에 지근과 속근의 비율은 다르다. 어떤 사람은 지근이 더 많고 어떤 사람은 속근이 더 많이 포함되어 있는데, 이것은 선천적인 것으로 후천적인 훈련을 통해 바뀌지 않는다. 이는 사람마다 잘 할 수 있는 운동이 다르다는 것을 의미하기도 한다. 지근은 붉은색을 띠며 이름 그대로 느리게 수축하는 근섬유이다. 지근은 주로 지방을 에너지로 사용하며 피로에 강하지만 성장은 더딘 특징이 있다. 이 근섬유는 마라톤 같은 지구력과 관련되어 있는 운동에 유리하다[2].

반면 흰색의 속근은 빠르게 수축하며 글루코스를 에너지원으로 사용한다. 속근의 경우 성장은 빠르지만 쉽게 피로해지며 특징이 있어 단거리 달리기 같은 민첩성을 요구하는 운동에 유리하다. 어떤 섬유질을 발전시키든지 간에 섬유질의 특성을 잘 이용해야 한다. 지근을 발달시키는 운동은 속근을 발달시키지 못하며 각 근섬유의 발달은 중량, 반

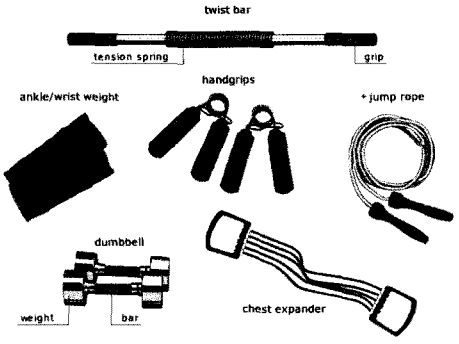


그림 1. 상지근력 증강 기기의 종류

복수, 세트수, 세트 사이 휴식량, 강도, 지속 기간 등의 다양한 요소들의 영향을 받는다. 적은 중량을 이용해 빠른 움직임으로 운동을 하면 속근을 발달시키는데 도움이 되며, 무거운 중량으로 느리게 운동을 하게 되면 지근을 발달시키는데 도움이 된다. 또 세트 사이에 휴식시간이 2분 이하일 경우 지근 중심의 운동이 되고, 2분 이상이면 속근 중심의 운동이 된다. 이것은 속근이 2분 이상의 휴식을 취했을 때 기능을 회복하기 때문이다.

2.2 운동단위의 특징

척추동물의 골격근은 수천 개의 근섬유가 모여 이루어지고, 한 개의 운동신경세포는 적게는 1개 또는 수백 개의 근섬유를 지배한다. 이러한 한 개의 운동 신경세포와 그것이 지배하는 근섬유를 묶어서 운동단위(motor units)라 부르며 이는 근수축의 기능단위가 된다. 근육 활동의 제어능력은 운동단위에 포함된 근섬유의 수에 의존하고 있다. 안구근과 같은 매우 정밀한 기능을 갖는 근에서는 한 개의 운동단위에 여러 개의 근섬유가 포함된다. 이에 비하여 정밀한 운동이 필요하지 않는 대퇴사두근에서는 수백 개나 되는 근섬유가 한 개의 운동단위에 포함되어 있다.

운동단위의 성격에 따라 발휘 능력에도 많은 차이가 있으므로 사용자의 참여하는 목적에 따라서 운동 방법을 달리해야 한다. 운동단위는 Type I인 지근 섬유와 Type IIa, Type IIx의 두 가지 속근 섬유 등 세 가지로 구분하며 일반인을 기준으로 각각 45%, 40%, 15% 정도 분포되어 있다. 각 근섬유의 형태에 따른 특징을 표 1에 제시하였다. 이러한 근섬유의 분포는 유전적인 요인과 밀접한 관계가 있기 때문에 인종에 따라서 역시 차이가 있다. 그러나 중요한 것은 근섬유의 차이로 운동 능력의 차이가 일어나는 것 보다는 노력의 차이가 훨씬 크다는 데에 있다. 실제로 Type IIa의 섬유는 트레이닝 방법에 따라 그 고유의 특질이 바뀌지는 않지만 Type I 이나 Type IIx의 역할을 하도록 그 능력의 변화는 충분히 가능하다[2].

표 1. 근섬유형태의 주요 특성

특 성	Type I	Type IIa	Type IIx
수축 속도	느림	빠름	빠름
장력 발휘	낮음	중간	높음
파워 출력	낮음	높음	높음
지구성	높음	중간/낮음	낮음
유산소성-효소활동	높음	중간/낮음	낮음
무산소성-효소활동	낮음	높음	높음
피로내성능력	낮음	중간/높음	높음
모세혈관밀도	높음	중간	낮음
근섬유직경	작음	중간	높음
미토콘드리아 밀도	높음	중간	낮음
ATP효소 활동	낮음	높음	높음
마이오글로빈 농도	높음	낮음	낮음
색깔	적색	흰색/회색	흰색

3. 노화와 근력의 관계

나이가 들면 인체의 최대 힘은 감소한다. 이것은 노화 때문에 발생하는 피할 수 없는 효과이지만 동시에 나이가 들면서 신체 활동이 줄어드는 영향에 의해서도 발생한다. 그림 2는 근력 운동을 하는 사람과 그렇지 않은 사람의 노화에 따른 최대 근력 변화를 보여 주는 것으로, 근력 운동이 근력을 유지하는데 큰 영향을 끼치는 것을 명백히 알 수 있

다[3]. 60세가 넘어가면 인체의 힘은 운동과 무관하게 급격히 떨어지는데 이것은 호르몬의 현저한 변화에 영향을 받기 때문이다. 60세 이후 남성 호르몬인 테스토스테론과 성장호르몬은 더 급격하게 감소하게 되는데 두 호르몬의 감소는 근육 단백질 동화작용(anabolism)과 단백질 파괴(catabolism) 사이의 균형을 깨는 결과를 초래한다. 힘이 감소하는 이유는 근육 조직의 위축 때문이다. 그러나 근력 운동을 하는 60세 노인이 운동을 하지 않는 젊은이 보다 최대힘이 높을 수 있다는 사실이 매우 중요하다. 다양한 연구결과를 통해 90세 노인도 근력을 증가시킬 수 있다는 것이 실증되었다. 그렇기 때문에 지금부터라도 근력 운동을 시작하는 것이 결코 늦은 것은 아니다.

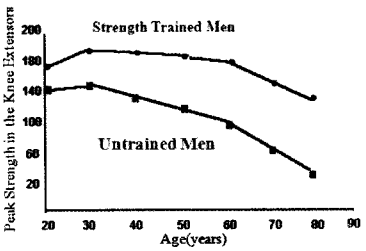


그림 2. 노화에 따른 최대 근력 감소

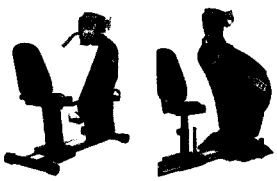
노화로 인해 근섬유 형태가 바뀐다는 잘못된 보고서와 속설이 있어왔다. 그러나 15세와 83세 사이의 사후 신체 분석결과 근섬유 형태가 일생동안 바뀌지 않는다고 밝혀졌다. 이것은 꾸준히 운동을 하는 젊은이와 노인의 근섬유 검사 결과를 비교하는 것으로도 증명되었다. 반면에 달리기 운동 그룹을 대상으로 1974년 그리고 1992년에 두 번에 거쳐 시험한 연구결과, 운동으로 근섬유 형태는 바뀌지 않지만 근섬유 분포에는 큰 영향을 있다고 밝혀졌다. 꾸준히 운동한 선수들의 근섬유 구성은 바뀌지 않지만 운동을 그만둔 선수들은 느리게 수축하는 지근 섬유의 비율이 더 많았다. 이것은 주로 속근 섬유 조직의 선택적 위축이 원인이다. 메커니즘과 이유는 명백히 밝혀지지 않았지만 운동단위 중 속근 운동단위의 실제 수는 50세 이후 약 10년에 10% 정도로 천천히 감소한다. 그래서 꾸준한 운동이 노화에 미치는 총 영향은 바뀌지 않는 근섬유의 형태와 속근 감소로 인한 지근의 상대적 증가로 볼 수 있다. 달리 말하자면 꾸준한 운동이 근섬유의 형태를 바꿀 수는 없지만 속근 섬유의 감소를 늦출 수 있기 때문에 근력 저하 속도를 늦출 수 있다는 뜻이 된다.

4. 근력강화 운동기기와 가상현실 컨텐츠

4.1 근력 증강 운동기기 동향

외국의 경우 단순히 유 · 무산소 운동과 다양한 운동시스템을 병행하는 방법이 아니라 체계적이고 과학적인 기초체력 훈련 방법을 도입하고 있다. 기존의 근력 강화를 위해서는 덤벨이나 바벨을 이용한 반복 훈련이 위주였지만, 근래에는 근육의 기능적인 훈련과 근강화 훈련을 병행한다. 특히 운동 목적에 부합하는 속근만 훈련만 하는 것이 아니라 요즘 대두되고 있는 core exercise를 통해 지근을 강화하여 두 근육군 간의 협응력을 키우고 있다(그림 3, 그림 4, 그림 5 참조). 운동량 측정과 운동이 동시에 병행이 가능한 All-In-One type의 장비가 어느 정도 제품화 되어 출시되고 있지만 가상현실과 연동이 되는 제품은 연구 단계에 머물고 있고, 현재까지 제품화 되어 나오지 않고 있다.

운동 기기의 기구적 기능도 중요하지만 근력을 평가하고 관리하는 기능도 매우 중요하다. 근육이 비대칭적으로 또는 주로 사용하는 근육만을 강화시키는 기간이 길어진다면 골격계에 영향을 미치고 이는 관절에 균형이 깨지면서



(a) 등속성 상지 에르고미터[4]

(b) 상지운동 스케이트[5]

(c) Sling Sliding[6]

그림 3. 국외 근섬유 병행 강화 운동기기

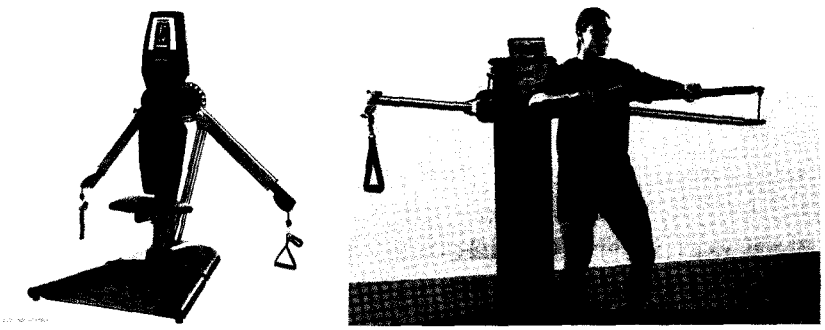


그림 4. 미국 N사의 상지근력 운동기기

그림 5. 국외 상하지 운동기구 적용제품 사례

결국 관절의 손상을 야기하게 된다. 또한 사람마다 적정 운동부위와 운동량이 있기 때문에 근력 평가를 통해 효율적으로 운동을 해야 한다. 간단한 근력 측정계로 케이블 장력계를 들 수 있는데 이는 강철 케이블에 인가된 장력을 측정한다. 이 기기는 원래 항공 케이블의 힘을 측정하기 위해 고안되었는데 등적 힘을 측정하는데 사용되고 있다. 동력계는 손 또는 발을 사용하여 기기를 쥐어는 힘을 평가함으로써 근력을 측정한다. 장력계와 동력계를 통해 전체 전력을 대략적으로 측정할 수 있으며, 전기전도 물질을 사용한 고도 기술이 적용된 장비로 더욱 정밀한 측정도 가능하다. 근력 평가 장비와 함께 근력평가 소프트웨어도 일부 개발되어 있다. 그림 6과 같이 최초 최대 근력 측정을 하여, 운동 시 적정 근력치를 추정하고, 운동 부하, 운동량, 시간, 반복 횟수에 대해 근 지구력, 근육 총 일량, 근육힘, 순간 속도 등을 측정하여 화면에 표시한다.

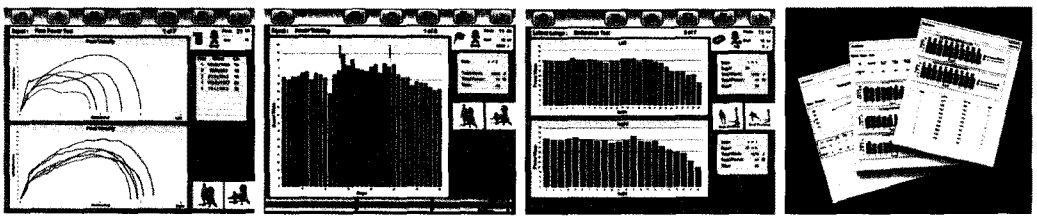


그림 6. 근력평가 제품 사례

국내의 경우 그림 7과 같이 5 또는 10kg의 무게 추를 이용한 단순 상 · 하지 근력 운동기구가 출시되어 있으나 대부분으로 외국 제품을 복사한 제품이 주를 이루고 있으며 가상현실과 연동되는 기기는 아직 개발된 사례가 없다.

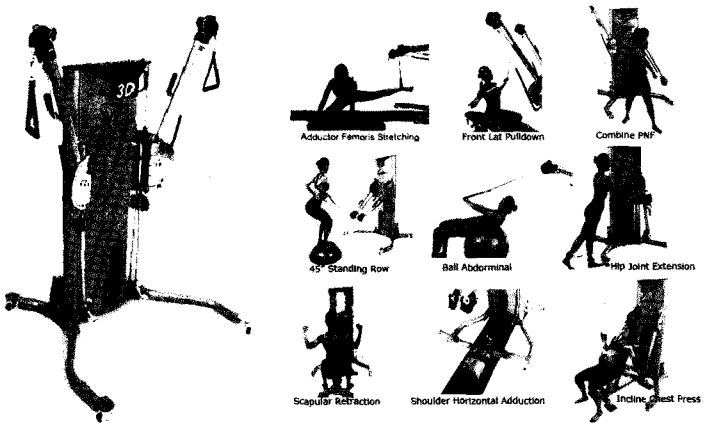


그림 7. 국내 상하지 운동기구 적용제품 사례

4.2 근력 증강 운동기기와 가상현실 컨텐츠와 결합

외국에서는 통합적이고 기능적인 운동 기기가 나오지만 아직 정확한 근력의 측정과 운동이 동시에 병행될 수 있는 장비는 아직 나오지 않았으며, 현재의 기술은 공기압이나 5kg 또는 10kg의 기계적인 무게추를 이용하여 대략적인 근력량을 측정하기 때문에 세밀한 운동능력의 평가나 근력훈련은 어렵다.

현재 기술 개발을 고려하여 노인의 상지 근력 증강 운동 기기에 필요한 기능을 살펴보면 다음과 같다. 우선 개인에 맞는 최적 부하 제공이 가능하여야 한다. 여러 가지 기술이 있지만 그림 8과 같이 발전기의 회전 토크 제어 방식을 이용하여 트레이닝 헬스기구의 잡아당기는 힘을 풀리 장치 등으로 회전력으로 바꾸고, 이 회전력으로 얻어지는 전력을 전기적 부하에 의해 제어함으로써 100g 이하 단위의 전기적 부하를 인가하게 할 수 있는 기술을 적용할 수 있다. 이러한 미세한 부하 인가 기능은 사용자의 근력을 측정하여 평가하는 시스템과 연동이 되어야 한다. 개인의 최대 근력과 운동시의 근력을 측정 및 평가를 하여 운동 방법에 따른 섬세한 근력 부하량을 제공하게 한다. 미세 부하와 그림 9와 같은 근력 평가가 가능한 기능의 제품들이 가상현실 컨텐츠와 연동한다면 개인의 근력과 성향에 맞는 적절한 운동을 선택하여 흥미와 근력운동 효과를 동시에 얻을 수 있다. 그러나 장력계와 동력계의 경우 아직 국산화가 되지 않아 관련 부품들의 국산화 개발이 필요한 실정이다. 가상현실 컨텐츠의 장점은 지루한 운동 방법을 흥미를 유발시킬 수 있는 환경을 제공하여 노인의 자발적 참여를 가능하게 한다는 것이다. 노인의 상지근력 증강을 위해 결합이 가능한 컨텐츠의 예로 노젓기 운동을 들 수 있다. 단순 반복 운동을 유도하며 국내외 유명한 연근해, 호수, 강 등을 3차원으로 제시하고 사용자가 노를 저으면 배경이 바뀌면서 주변 환경을 감상할 수 있다. 물론 자세 및 방향에 따른 기기 구조, 직관적이고 사용 편리성의 디자인, 내구성 및 친환경적 소재 분석 및 소재에 따른 디자인화가 필요하다. 만일 인터넷 상에서 다양한 사용자가 동일 환경에 접속이 가능할 경우 서로 경쟁을 유도하여 더욱 흥미를 증가시킬 수 있다.

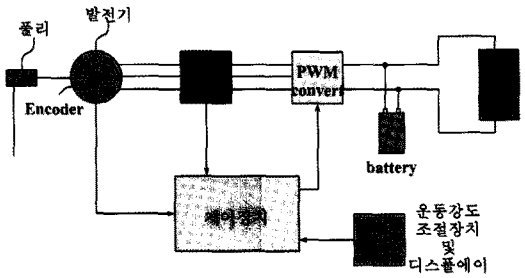


그림 8. 미세근력 측정/조절 장치의 기능적 구성

그림 9. 근력 평가 장비

4.3 다양한 가상현실 컨텐츠 개발 동향

세계적으로 가상현실 분야는 잠재 가능성이 점쳐온 미지의 시장으로 첨단 시스템 개발력 유무가 산업 기반의 절반이다. 또한 차세대 디지털 컨텐츠로 인정받아 이미 영화 · 게임 산업 성장과 더불어 그 궤를 같이하고 있다. 글로벌 마켓을 보자면 일본과 미국 그리고 한국시장이 가파른 성장곡선을 그리고 있다. 미국은 애당초 이 분야를 영화산업과 더불어 비디오 산업으로 육성시켜 왔다. 각종 스포츠 산업과 연계한 디지털 기기 개발에 여념이 없다. 인터넷 사이트 Traq3D.com에선 화면 속 움직임에 따라 뛰면서 운동하는 가상 헬스 게임을 선보인다. 비주얼 스포츠 시스템에선 그림 10과 같이 야구, 골프, 풋볼 등 스포츠 경기를 모두 가상현실로 즐길 수 있는 스스템을 다수 개발했다[8].

(a) 미식 축구와 볼링

(b) 골프와 야구

(c) 스케이팅

그림 10. 가상현실을 응용한 운동[10]

국내 시장도 가상현실 분야에 활발하게 도약하고 있는 중이다. 게임 산업과 스크린 골프가 가장 두각을 보이고 있으며 특히 골프 시뮬레이터가 최근 스크린 골프방 창업 열기와 더불어 높은 판매고를 보였다. 이 시뮬레이터에는 첨단 가상현실 IT기술이 집약돼 있는데 최근 한국이 이 분야에 선두주자로 등극하고 있다. 골프존 시뮬레이터는 현실

감이 돋보인다는 평에 대중적 인기가 높고 특히 그래픽과 샷 발판인 스윙플레이트가 실제 필드 환경과 흡사하다는 의견이 많다. 또 스윙 동영상 기능은 회원 간 온라인 커뮤니티 레슨 활성화를 이끌어 내고 있다. 또한 그림 11과 같이 베이징 올림픽에서 정상을 사수하기 위해 도입한 가상훈련 시스템이 2008년 태릉선수촌 양궁훈련장에서 공개됐다. 이 시스템은 대한양궁협회의 제안으로 대한체육회의 지원을 받아 8개월간의 준비 끝에 완성됐다. 시각 · 청각적으로 베이징올림픽 양궁 경기장의 조건을 완벽하게 재현함으로써 대표선수들이 최상의 기량을 발휘할 수 있도록 해주는 게 이 프로그램의 장점이다.

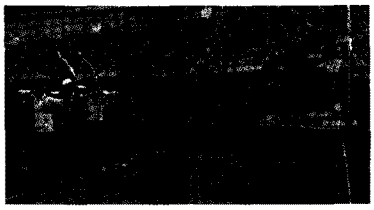


그림 11. 국내 베이징올림픽 대비 양궁 가상훈련 시스템[9]

5. 결 론

인체의 노화는 모든 사람이 필연적으로 겪게되며 노화가 시작되면 다양한 신체기능이 저하된다. 특히 근력의 저하는 60세를 기준으로 급격하게 나타나지만 꾸준한 운동을 통해 충분히 근력을 유지할 수 있다. 일반적으로 근력은 유전적 요인에 많이 지배되지만 의학계에서는 60%의 잠재력과 40%의 노력으로 바꿀 수 있다고 한다. 특히 다양한 연구를 통해 꾸준히 운동하는 젊은이와 노인의 근력은 비슷하다는 결과가 제시되었다.

국내외에서 근력 증강을 위한 다양한 헬스 기구가 출시되고 있지만 노인에게 최적화되어 있지는 않다. 노인의 건강 증진을 위해서는 운동 기구의 물리적 기능뿐만 아니라 흥미를 유발할 수 있는 환경적인 부분도 매우 중요한 요소이다. 이러한 관점에서 가상현실과 근력 운동기기를 융합할 경우 노인에게 최적화된 운동 환경을 제공할 수 있다. 노인의 상지 근력 운동을 위해 미세 하중 조절 및 근력 평가 기능을 탑재하고 가상현실에 노젓기 컨텐츠를 활용하면 국내외 다양한 가상공간에서 운동을 즐길 수 있고, 인터넷을 이용하여 다중 사용자가 접속하는 기능이 추가되면 사회적 능력의 향상과 함께 서로 협동하거나 경쟁하면서 운동을 할 수 있는 장점이 있다.

국내 IT 경쟁력은 세계적인 수준으로 발전되어 있기 때문에 가상현실과 의료기기를 융합하는 기술은 그리 어렵지 않을 것이다. 중요한 것은 노인을 대상으로 한 의료 기능을 극대화 할 수 있는 기기와 컨텐츠 개발이 중요할 것으로 판단된다.

후 기

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

⚜ 참고 문헌

[1] Brooks BM, Rose FD, Attree EA, Elliot-Square A. An evaluation of the efficary of training people with

learning disabilities in a virtual environment. Disabil Rehabil, 24, 622-626, 2002
[2] Bruyere, O., Wuidart, M.A., Di Palma, E., Gourlay, M., Ethgen, O., Richy, F., et al. Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. Arch Phys Med Rehabil, 86(2), 303-307, 2005
[3] http://my-pt.co.kr/bbs_notice/view.php?num=695&catecode=2003&PHPSESSID=bb97ba6bc312ee5616 2246ed4b8cb9de
[4] http://www.xuvn.com/fitdirector/basic_skeletal_muscle_physiology.htm
[5] http://ch.caumc.or.kr/medical/medical/rm/rm_01.asp?dept_code=RM&dept_gubn=D&cat_no=02010200&img_no=22
[6] http://sensorytrain.cafe24.com/front/php/product.php?product_no=443&main_cate_no=&display_group=1
[7] http://eaceclub.com/front/productdetail.php?productcode=119001000000000008
[8] http://www.topendsports.com/testing/tests/handgrip.htm
[9] http://www.visualsportssys.com/
[10] http://sihong2003.egloos.com/722051
[11] http://img.khan.co.kr

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 : parkcdae@kimm.re.kr

김 진 영

· (주)DNK 이사
· 관심분야 : 전기치료, 치매관련
· E-mail : hexawind@paran.com

동 은 석

· (주)DNK 대표이사
· 관심분야 : 자동화설비, 재활공학, 조선기자재
· E-mail : dnk@dnk-e.com