

미래 고령화 사회를 위한 실버 기기

글 • 김 남 균 / 전북대학교 생체 정보공학부, 교수
e-mail • ngkim@moak.chonbuk.ac.kr

이 글에서는 상지 동작 훈련 지원 시스템, 보행 훈련 및 하지 기능 회복 지원 시스템, 자세 균형 훈련장치 등 신체 기능 회복 및 훈련 지원 시스템과 자립형 이동을 위한 동작보조장치, 일상생활 지원 실버 기기, 개인 휴대형 골절 방지 시스템 등 일상생활 보조 지원 실버 기기에 대해 소개한다.

실버 기기란 고령자가 가능한 자기 자신 스스로 일상생활이 가능하도록 지원 또는 보조해주는 기기를 말한다. 이 기기를 사용함으로써 자립 생활의 범위가 넓어지고 간병하는 가족의 부담을 경감시키는 것과도 연결된다. 다양한 실버 기기를 효과적으로 이용함으로써 삶의 질이 보다 높은 생활을 실현시키기 위한 것이기도 하다.

전 세계적으로 고령화 추세의 환경 속에서 고령화 현상은 새로운 사회적 문제로 대두되고 있다. 65세 이상의 고령화 인구는 일본무역진흥회(JETRO)의 2001년도 8월의 고령화 관련 지표의 국제 비교 통계를 기준으로 한다면 한국은 2030년에는 18.1%에 도달하고 미국은 20.6%에 도달할 전망이다. 아시아에서는 싱가포르가 24.1%, 그 외 나라에서는 이탈리아가 29.1%로 고령화 증가율이 가장 빠르게 진행되고 있다.

이와 같이 고령화사회로 전환되고 있는 시대적 흐름을 고려한다면 고령자를 위한 사회적, 문화적, 제도적인 대책을 마련해야만 한다는 것은 그 어느 누구도 의심할 여지가 없다. 그 가운데에서도 신체적인 기

능이 저하되어 가는 고령자를 위하여 신체 기능을 보조 또는 증진시켜 줄 수 있는 실버 기기가 절대적으로 필요하며 관련 연구 분야도 점점 활성화 되어 가고 있다.

신체 기능 회복 및 훈련 지원 시스템

이 시스템은 상지, 하지 그리고 보행 동작에 관한 기능 저하 예방 및 기능 유지 또는 가벼운 장애 회복 훈련에 광범위하게 응용할 수 있으며 피드백 기능을 가지고 있는 훈련 시스템을 말한다. 각 신체 부분을 고려하여 크게 상지 동작에 관해서는 '상지 동작 훈련 지원 시스템' 하지 동작에 관해서는 '보행 훈련 지원 시스템' '하지 기능 회복 지원 시스템' 등과 같이 분류(그림 1)할 수 있으며 그 외에 보행에 아주 중요한 요소로 작용하는 자세 균형 및 평형감각 훈련 시스템이 있다.

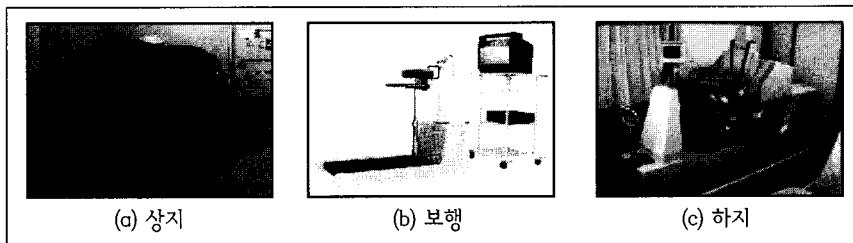


그림 1 신체 기능 훈련 시스템



상지 동작 훈련 지원 시스템

이 시스템은 고령자의 일상생활 활동(ADL)을 위하여 상지 동작 기능 저하의 예방과 유지 그리고 경미한 상지 동작 장애의 회복을 필요로 할 때 상지 훈련을 지원해주는 시스템이다. 이 시스템은 뇌혈관 장애 등으로 상지의 운동 기능 장애가 보일 때나 운동 기능 재활에도 사용 할 수 있다.

그림 2와 같이 모니터에서 제시되는 훈련 화면을 보면서 지표의 움직임과 동일하게 상지를 움직이므로써 상지 기능의 훈련을 시킬 수 있다. 또 다른 방법은 목표를 찾아가는 방법과 키보드 또는 스위치를 누르게 하는 방법을 선택하여 좀더 섬세한 동작 훈련을 시킬 수 있다. 상지는 구조적으로 운

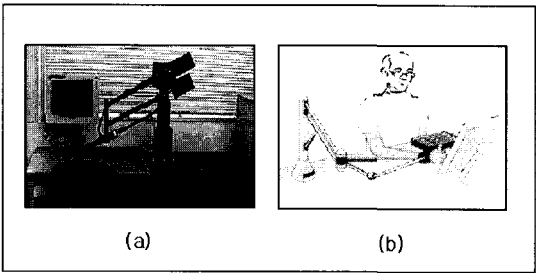


그림 2 상지 동작 훈련 시스템

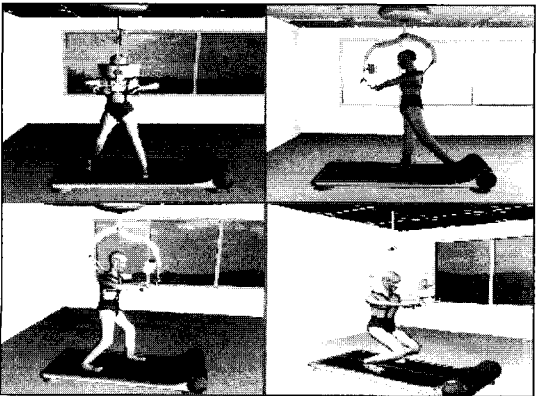


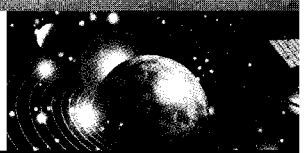
그림 3 감각 및 보행 기능 훈련 시스템

동 목적에 따라서 근육이 뼈 주위에 존재하여 근육이 작용할 때 상지가 정확하고 섬세한 움직임이 가능하게 되기 때문에 섬세한 동작 훈련을 할 필요가 있다. 훈련 결과는 훈련자의 시각이나 청각 등에 실시간으로 피드백 되어 즐기면서 보다 효과적으로 동작 훈련을 가능하게 할 수 있다. 그림 1(a)에서 제시된 것 같이 인공 근육을 이용하여 상지 훈련을 시키는 장치에 대해서도 연구를 하고 있는 연구자도 있다. 이 장치의 장점으로는 훈련 장치를 의복 내에 삽입시켜 보통 사람이 동작하는 것과 같이 자연스러운 운동이 가능 하지만 시스템의 소형화에 대한 문제는 아직 남아 있다.

보행 훈련 및 하지 기능 회복 지원 시스템

고령자의 경우 하지의 근력이 저하되어 정상적인 보행 패턴을 가지고 있지 않은 경우가 많기 때문에 보행에 필요한 근력을 유지시키고 증진 시켜 주는 시스템이 필요하다. 따라서 고령자나 장애자의 보행 특성(보폭, 보행 속도, 각 관절의 각도, 보행 시 상반신의 위치 등)에 맞는 보행 훈련 시스템 개발의 중요성을 인식 해야만 할 것이다. 그러나 기존의 보행 훈련기기는 이와 같은 특성을 고려하지 않고 일률적인 보행만을 하기 때문에 보행 훈련의 효과를 높이는 데는 어느 정도 한계가 있었다. 그러나 현재에 이르러 실버 기기의 개발에 대한 필요성 및 중요성을 인식하게 된 후부터 새로운 개념을 도입한 훈련 기기가 제시되고 있으며 연구 개발에 정열을 쏟고 있다.

그림 3과 같은 구조를 하고 있는 시스템은 현재 개발 중에 있는 상·하지 운동이 동



시에 가능한 예상도이다. 보행 면이 좌우로 구분되어 있는 것이 다른 보행 훈련 기기와 큰 차이점이라 할 수 있고, 가정이나 시설 내에서 안전하고 편안하게 신체 기능 훈련을 즐길 수 있는 환경을 제공할 수 있다는 점이 큰 특징이다. 뿐만 아니라 옆으로 보행 훈련을 하거나 뒤로 걷는 훈련을 통하여 평소에 잘 이용하지 않는 근육을 움직이게 하여 근력뿐만 아니라 지금까지 잘 사용하지 않았던 뇌신경 부위를 활성화시키는 효과까지도 얻을 수 있을 것이라 기대된다.

훈련이나 재활에 새로운 게임의 개념을 도입하여 지금까지의 무미건조하다는 선입관 및 고정관념과는 반대로 즐겁고 미래 지향적인 새로운 실버 기기의 이미지를 심어 주는 것 또한 그 무엇보다도 중요한 요소라고 생각한다. 따라서 시각과 청각과 같은 인체 감각 기관을 통합적으로 자극 시켜 훈련 효과를 높이는 것도 한 가지의 새로운 방법으로 제시되고 있다. 그러나 중요한 것은 감각 정보를 제시할 때에 정량적인 데이터를 기초로 하는 것이 그 무엇보다도 중요하며 각각의 연령 별로 다른 제시 방법을 선택해야만 할 것이다.

수동적인 관점을 도입한 '하지 기능 회복 지원 시스템'은 누워 있는 자세, 서 있는 자세 등과 같은 두 가지 신체 자세에서도 로봇팔(robot arm)을 이용하여 양하지를

훈련시킬 수 있는 보행 운동 훈련 시스템이다(그림 4). 장치에 부착되어 있는 센서의 피드백 기능에 의하여 자동적으로 운동을 보조할 수 있을 뿐만 아니라 하지를 굽히거나 펴는 운동 시에 근육 스트레치, 보행 패턴에 의한 양하지 협조 운동을 보조할 수도 있다. 보행 훈련 시에는 적절한 지시나 운동 상태의 정보 제시에 의하여 효과적인 훈련이 가능하게 된다.

자세 균형 훈련 장치

인간은 균형을 유지하기 위해 정적인 상황에서뿐만 아니라 동적인 상황에서도 자세를 조절한다. 그런데, 평형감각이 저하된 고령자들의 경우 균형 유지 능력이 저하되어 낙상의 위험이 있으므로, 평형감각을 증진시킬 수 있는 시스템이 필요하다. 이 장치는 불안정판과 게임을 적용하여 제작된 평형감각 증진용 훈련 장치를 통해 동적 균형 능력을 증진시키고 모니터 또는 HMD

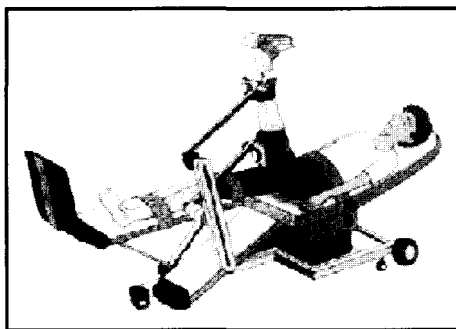
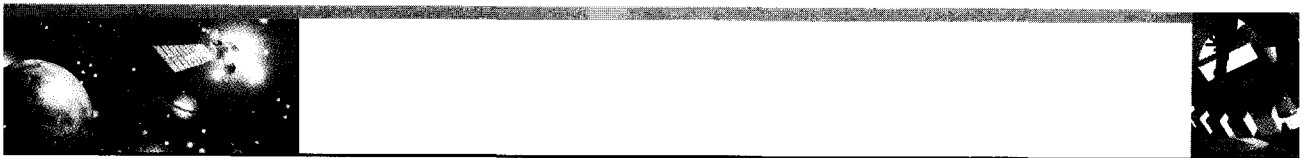


그림 4 하지 기능 회복 지원 시스템



그림 5 자세 균형 훈련 장치



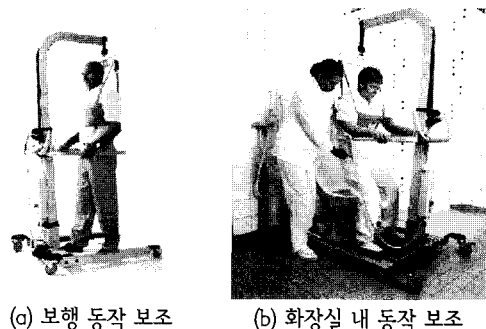
(Head Mounted Displays)에서 제시하는 게임을 통하여 훈련의 효과를 한층 높일 수 있는 시스템이다(그림 5). 한 가지 큰 특징으로는 게임을 통하여 훈련을 하면서 동시에 개인의 평형 능력의 평가가 가능하다는 것이다. 따라서 본 시스템은 평형감각 이상 환자들에게 적용하고, 다양한 훈련용 게임의 개발을 통해 훈련 프로그램을 체계화한다면 효과적인 신체 기능 증진 훈련법이 될 것으로 기대된다.

일상생활 보조 지원 실버 기기

고령화에 의하여 감각 및 신체 기능이 저하된 재택 노인이 가정 내 또는 시설 내에서 일상생활을 자립적으로 할 수 있는 생활 지원 기기를 개발하여 노인이 자립하여 '안심' '안전' '쾌적'하게 일상생활을 유지할 수 있는 생활 지원 시스템 개발이 필요하다. 고령자가 일상생활 속에서 자립적으로 생활을 지원해 주기 위하여 공학적 시스템도 매우 중요하다. 사용 목적에 따라서 자립적인 이동, 목욕 그리고 배뇨 등과 같이 분류 할 수 있다.

자립적 이동을 위한 동작 보조장치

먼저 실내에서 자립적인 이동을 하기 위해서는 노인용 보행기, 휠체어 그리고 리프트(lift) 등이 있다. 특히 리프트의 경우는 휠체어에서 침대로 다시 침대에서 휠체어로 이동 할 때 이용하거나 보행기 대신에 보행 훈련을 할 때 사용하기도 한다. 보행 훈련이 필요한 환자나 훈련자를 천장에 장착되어 있는 리프트를 착용하게 하고 보행 시 지



(a) 보행 동작 보조 (b) 화장실 내 동작 보조
그림 6 동작 보조 리프트

면으로부터의 반력을 피드백 시켜 높낮이를 조절하는 기능을 가지는 리프트를 이용하여 실내에서의 이동이나 보행훈련을 가능하게 하고 하지 근력이 저하된 고령자의 동작 보조 장치로 사용되고 있다.(그림 6)

그래서 현재 연구하고 있는 공압을 이용한 의복 타입의 동작 보조 장치[그림 7(a)]와 MH(Metal Hydride) 액추에이터(actuator)를 활용하여 좀더 자연스러운 움직임과 자유도를 구현하기 위하여 연구하고 있는 연구자도 있다[그림 7(b)]. 최근 앞에서 언급한 단점을 극복하기 위해서 일본 동경 대학 이후쿠베 교수팀은 수소저장합금을

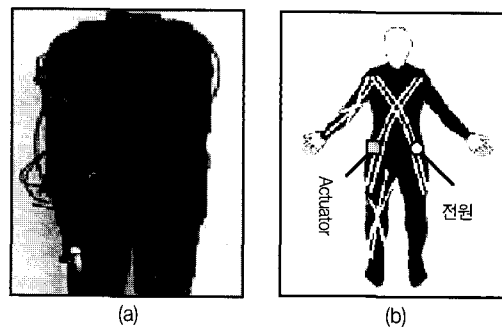
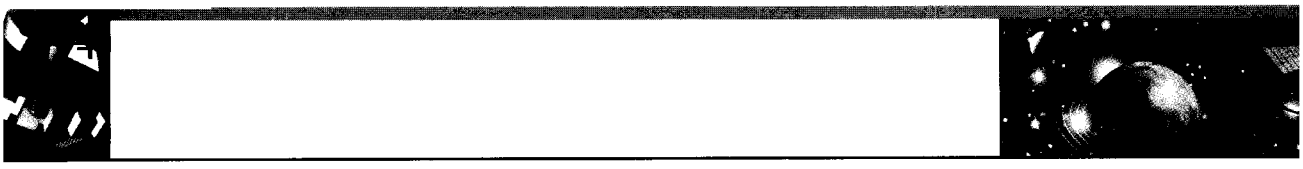


그림 7 (a) 공압을 이용한 동작 보조장치 (b) MH 액추에이터를 이용한 의복 타입 동작 보조 장치



액추에이터의 동력원으로서 하지 기능이 저하된 고령자나 장애자가 휠체어나 침대에서 일어서는 동작을 보조하여 이동시키는 파워 보조 기기를 이용하는 연구를 하고 있다.

MH액추에이터를 이용한 실버 기기로서 구미식의 화장실의 변기의 승하강 장치가 제작되고 있지만 그 장치의 사양을 보면 구동 합금 중량당 출력은 0.3 kgf/g이고, MH액추에이터의 승하강 속도는 10m/sec이다. 즉, MH의 적용은 고출력/저속의 범위에 사용되고 있음이 판단되며, 이와 같은 대출력의 MH 액추에이터의 이용 기술을 고려하면, 복지 주택의 다양한 기기의 구동원으로서 목욕 지원 장치, 화장실 변기 승하강 장치, 그 위에 홈 엘리베이터 등에 적용될 수 있다.

일상생활 지원 실버 기기

침대 생활을 하는 고령자를 위하여 자립적으로 배뇨가 가능하도록 한 배뇨 기기를 그림 8(a)에서 보여주고 있고 고령자를 간호하는 간병인뿐만 아니라 고령자 자신에게도 편리한 목욕 시스템이 그림 8(b)(c)에서 보는 바와 같다. 하루에 몇 번이고 하는 배뇨는 타인의 손을 빌리고 싶지 않은 매우 개

인적인 일이다. 따라서 때로는 배뇨의 횟수를 적게 하기 위하여 수분이나 음식물 등의 양을 줄이기도 하고, 그 결과 대사 기능이 저하되어 신체 상태를 악화시키기까지 한다. 배뇨의 자립은 활기찬 그 사람의 생활을 위해서도 매우 중요하다. 그래서 자기 방에서 개인적으로 배뇨를 할 수 있는 실버 기기가 필요한 것이다. 그리고 고령이 되면 심신 기능의 저하나 신체장애 등으로 인하여 몸을 청결하게 하는 동작을 하기가 쉽지 않고 청결에 대한 관심이 적어지게 된다. 몸을 청결하게 하는 것은 정신적인 기분을 상쾌하게 할 뿐만 아니라 피부 자극에 의한 신진 대사를 활발하게 하고 몸 상태 관찰의 관점에서도 반드시 필요한 일이다. 지금 현재 시판되고 있는 목욕 시스템과 새로운 개념을 도입한 목욕 시스템에 대한 연구도 같이 이루어지고 있다. 새로운 목욕 시스템은 앞에서 언급한 효과뿐만 아니라 목욕을 하면서 시각, 청각, 후각 그리고 체성 감각까지 인체 감각 기능을 활성화 시키면서 즐겁게 할 수 있도록 설계되어 있다. 자기 개인적으로 원하는 영화, 게임, 소리 등을 즐길 수 있고 특히 후각의 경우 자기 고향의 향기나 과거 즐거웠던 추억의 냄새를 경험할 수

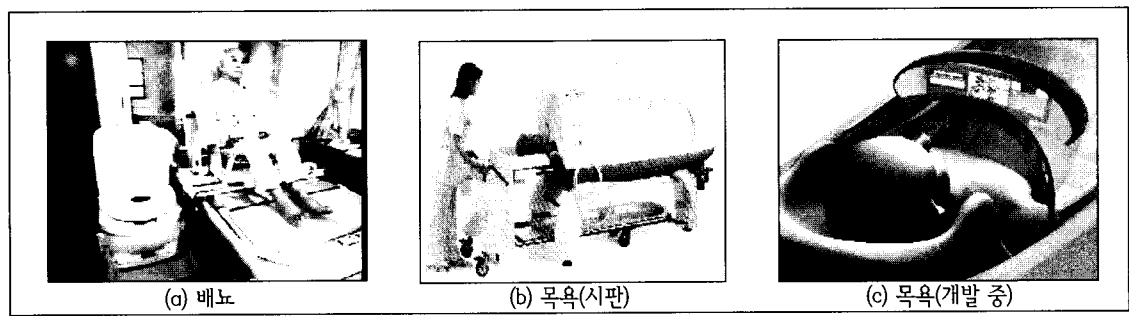


그림 8 일상생활 지원 실버 기기

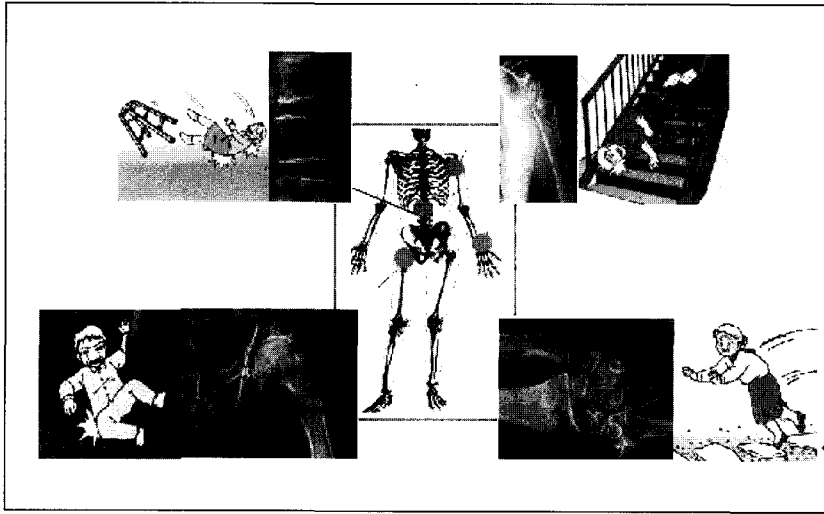


그림 9 낙상 형태 및 골절 부위

가 있고 건강을 위한 향기 요법도 가능하다. 체성 감각의 경우 개인의 신체 상태를 자동적으로 인식하여 그 상태에 맞게 제어할 것이다. 따라서 새롭게 개발 중에 있는 목욕 시스템은 이와 같은 모든 요구를 충족시켜 줄 수 있는 한 차원 높은 목욕 시스템이라 할 수 있다.

개인 휴대형 골절 방지 시스템

앞에서 언급한 것과 같이 고령자의 근력의 저하뿐만 아니라 특유의 보행 패턴에 의

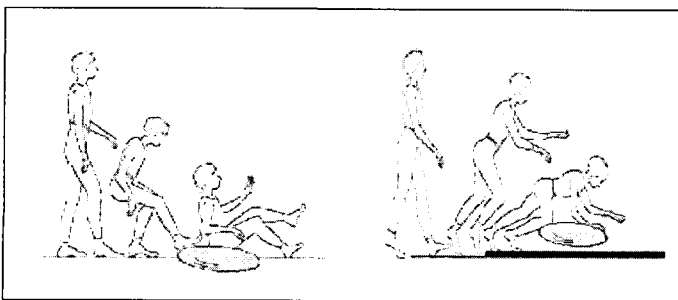


그림 10 골절 방지 시스템 작동 시의 형태

하여 낙상하기 쉽다. 고령자의 낙상은 6대 사망 원인이라 할 만큼 매우 심각한 결과를 초래하기 때문에 낙상 시 골절을 방지하는 시스템이 절실히 요구된다.

그림 9에서 보여주고 있는 것과 같이 낙상의 여러가지 패턴과 그 골절 부위를 나타내고 있다. 낙상한 고령자의 경우 치

료를 위하여 장기간의 침대 생활을 해야 하기 때문에 일상생활에 제약을 받을 뿐만 아니라 이로 인하여 근력이 약해지고 더욱 더 건강이 악화되어 악순환이 계속 되며 결국 치매 또는 사망에 이르는 경우가 많다. 따라서 낙상 방지 시스템의 그 중요성을 알 수 있다.

이 시스템은 낙상을 감지하는 센서부, 모드 변환부, 송·수신부로 구성되어 있으며 그림 10에서 나타난 것과 같이 골반을 보호하기 위한 부분과 손목을 보호하기 위한 부위로 구분 할 수 있다. 기존의 골절 방지용 패드는 한 부위에 집중되어 있어서 골절 방지 부위가 제한되는 단점을 가지고 있다. 따라서 소형 경량 골절 방지 시스템을 착용하여 보다 효과적으로 골절을 방지할 수 있도록 한 시스템이다.