

혈액순환 증진을 위한 족부자극 장치 및 3D 시각화 기술

정경열, 임병주, 박창대 | 한국기계연구원
최대석, 김권태 | (주)파나팜

[요약문]

최근 노령화와 스포츠 인구의 증가로 인해 족부 혈액순환 장애 및 족관절의 퇴행성 질환이 증가하고 있으며 이로 인해 몸의 평형기능 및 운동성에 기능장애가 동반하게 된다. 이로 인해 일상생활 기능 저하와 낙상과 같은 이차적 합병증 발생을 초래하여 기능 및 삶의 질 저하, 활동제한 등으로 건강한 노년에 대한 심각한 위협 요인이 될 수 있다.

따라서 족부 혈액순환 증진을 위해 IT기술을 활용하여 일력에 따른 부위별 자극의 세기를 달리하고, 3D영상을 통해 가공의 상황 및 가상의 환경을 사람의 감각을 통해 느끼게 하여 실제 상호작용하고 있는 것처럼 만들어 주어, 혈액순환 개선의 효과를 극대화하고자 노화에 따른 족부건강 변화 및 족부 자극의 효과를 분석하고, 가상현실을 기반으로 한 족부혈액 순환 증진 장치와 관련 콘텐츠에 대해 제시하고자 한다.

1. 서론

족부지압이 인체 건강에 도움이 된다는 사실은 이미 일반인에게 널리 알려져 있는 것으로 의학적 치료법보다 민간요법으로 더 인기가 있다(그림 1 참조). 족부를 지압하는 원리는 족부 바닥에 있는 다양한 경혈을 자극하여 혈액순환을 촉진시키고, 모세혈관에 쌓인 노폐물과 독소를 정맥으로 환원시켜 신체 도처의 기관기능을 촉진하여 병을 치유하게끔 하는 것이다. 한편, 고령화와 스포츠 인구의 증가로 인해 족부 및 족관절의 퇴행성 질환이 증가하고, 당뇨병 환자들이 늘어나면서 당뇨병성 족부질환도 늘어나고 있는 추세로 인해^{[1], [2]} 족부건강에 대한 인식이 달라지고 있다. 당뇨병 환자의 경우 신경장애와 혈액순환 장애가 동반되며, 시간이 지나면 신경이 서서히 파괴되어 당뇨병성 신경증이 발생하여 발이 시리거나 저리고 화끈거리는 증세를 호소하며, 곧이어 혈액순환장애로 인하여 혈관이 점점 딱딱해 발이 썩게 되는 현상도 나타난다. 특히 노인의 족부문제는 몸의 평형기능 장애와 운동성을 비롯한 여러 기능장애를 동반하게 되고^[3] 그로 인해 일상생활 기능 저하와 낙상과 같은 이차적 합병증 발생을 초래하여 기능 및 삶의 질 저

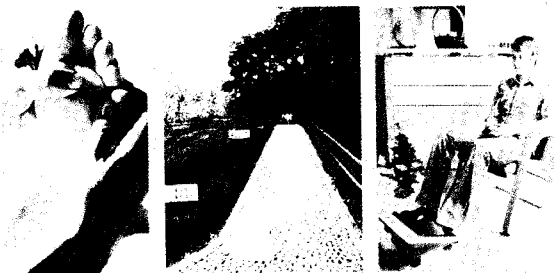


그림 1. 족부자극



하를 가져올 뿐 아니라 활동제한과 같은 심각한 사회적 기능 문제까지 초래하여 건강한 노년에 대한 심각한 위협 요인이 될 수 있다^[4].

이러한 영향으로 족부 자극을 위한 건강 기기들이 많이 출시가 되어 있으며 다른 기기와는 달리 소형화가 가능한 특징 때문에 일반 가정에서도 널리 사용되고 있다(그림 2 참조). 그러나 현재 출시되는 족부 자극기기는 전체 족부를 대상으로 특정 진동 자극을 일정 시간동안 제공하는 단순한 방식의 기능만을 제공한다(그림 3 참조). 하지만 사용자의 신체 기능과 족부 상태에 따라 족부 자극 부위와 자극 강도가 다르기 때문에 좀 더 기능적 보완이 필요하다. 또한 기존 기기들은 족부를 자극하는 동안 일정한 자세로 앉아있거나 서있기 때문에 혈액순환을 촉진하는 효과는 감소한다.

한편 의료기기와 가상현실 기술을 융복합 하려는 노력이 증가하고 있다. 가상현실은 모션 센서, 컴퓨터 그래픽, 각종 디스플레이 장치, 실제 이미지 등을 활용하여 가상환경을 사용자에게 제공하며 자연스럽게 환경과 교류를 가능하게 한다. 의료 분야에서 가상현실의 목표는 가상환경을 구현하여 사용자에게 실제와 같은 경험을 제공하여 흥미를 유발하고 특정 행동을 유도하게 하여 운동 기기의 치료 기능을 극대화하는 것이다. 따라서 가상현실을 기반으로 한 족부자극 기기는 기존의 발 마사지기의 단순함을 보완하고, 고령자의 취미와 함께 적절한 움직임을 유도하여 족부의 혈액순환뿐만 아니라 신체 활동성을 증가시켜 치료 효과를 높일 수 있다.

본 고에서는 노화에 따른 족부건강 변화 및 족부 자극의 효과를 분석하고, 가상현실을 기반으로 한 족부혈액 순환 증진 장치와 관련 콘텐츠에 대해 제시하고자 한다.



그림 2. 족부자극을 위한 건강기기

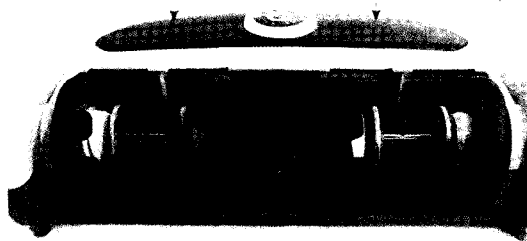


그림 3. 일반 족부자극기의 동작(세라젬 생활건강)

2. 노화와 족부 건강과의 관계

정상적인 노화과정이 진행되는 동안 피하 지방층의 감소와 섬유조직, 인대, 근막의 탄력성 감소와 더불어 피부가 얇아지며, 근섬유의 화학적 구성성분의 변화와 골 질량의 감소로 인하여 유연성 및 근력의 감소가 나타난다^[5]. 그리

고 노인은 근육이 약화되면서 발의 형태, 족궁지수, 주상골 높이, 발과 발목의 관절운동범위, 발목 배굴 강도, 족저 압력^[6], 발가락의 족저굴곡 강도^[7]에서의 변화가 현저해진다. 또한 중추신경계 노화의 결과로 발생하는 촉각 자극의 고유수용계의 기능저하는 질환 및 자극으로 야기된 관절각도의 변형, 족부변형에 대한 회환기전을 변화시켜^[8] 족부 변형의 주요 요인으로 작용한다. 이러한 변화는 당뇨, 말초혈액순환 장애 또는 관절염 등의 만성질환과 관련하여 족부 궤양이나 조직괴사, 진균감염, 조갑질환 및 족부 기형의 증가를 초래할 수 있어^[9] 노인에서의 족부 변화에 대한 인식과 조기발견 및 간호가 매우 중요하다.

실제 족부문제에 대한 189명의 노인을 대상으로 의학적 진단을 수행한 결과 모두 적어도 한 가지 이상의 족부 문제가 있었으며 무지외반증이 82.5%, 회내 26.5%, 회외 32.8%, 족저근막염이 57.1%로 나타났다고 조사된 바 있다^[10]. 또한 고령화 인구의 증가와 식생활패턴의 변화로 인하여 현재 인구의 약 10%가량이 당뇨병으로 치료받고 있으며, 이 중 약 20%가 발에 합병증을 앓고 있는 것으로 조사되고 있다.

3. 족부 자극의 효과와 원리

한 개의 세포에 모든 유전정보가 들어있듯 인체의 어느 한 부분에도 몸 전체의 정보가 모두 들어있다는 이론이 생물전식 이론인데, 사람도 하나의 완전한 생명체이고 그 안에서 독립적인 기능을 수행하는 기관들도 인체의 전체적인 정보를 가지독립적인 기수지침을 이용하여 몸 전체의 병을 치료하는 것이나 귀에 이침을 실시하여 몸 전체의 병을 치료하는 것도 모두 전식이론에 근거한 행위이다. 인체의 족부는 손이나 귀, 코, 입보다 면적이 넓어 그 포함 독립적인 정보의 양이 가장 많다고 할 수 있다. 근육층도 상대적으로 두텁고 모세혈관과 신경의 분포도 풍부하다. 족부는 심장에서 멀리 있어 혈액순환이 가장 약한 부분이기 때문에 발에 대한 안마는 다른 부분을 안마하는 것보다 더 좋은 효과를 거둘 수 있다.

우리 신체 중 가장 소홀히 하는 발은 26개의 뼈와 33개의 관절, 94개의 근육이 황과 종으로 아치를 형성하여 우리 몸을 지탱, 균형을 유지하고 있다. 심장에서 가장 먼 거리에 있는 발은 발에 몰린 피를 심장을 향해 다시 순환시켜주는 중요한 역할을 하기 때문에 제2의 심장이라 불리고 있다. 이러한 두 발을 지압하는 원리는 발바닥과 발등, 종아리에 분포되어 있는 다양한 경혈 즉, 반사구를 자극하여 혈액순환을 촉진시키고 모세혈관에 쌓인 노폐물과 독소를 정맥으로 환원시켜 자연 치유력을 극대화시키는 요법이다(그림 4 참조).

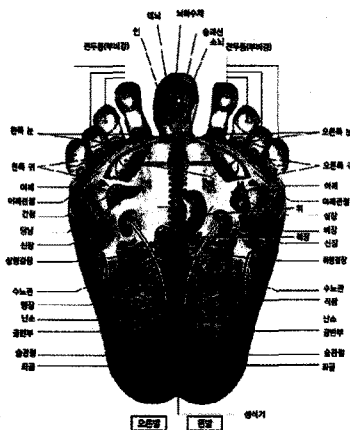


그림 4. 족부 부위별 신체 연계^[11]



경혈이 집결된 곳은 몸 전체에 걸쳐 고루 분포되어 있는데, 특히 발부위에 가장 많은 약 7,000여개가 몰려 있으면서 인체구조의 각 부위와 밀접한 반증관계를 보인다. 인체는 심장의 박동으로 인해서 전신의 혈액순환이 일어나는데, 대순환 중 동맥의 혈액은 깨끗하고 정맥의 혈액은 탁하며 혈류속도가 동맥보다 느리다. 정맥 내의 깨끗하지 않은 혈액 중에는 많은 불순물이 들어있어 매우 쉽게 침전을 일으킨다. 이러한 침적물은 지구의 인력의 영향을 받아 결국에는 인체의 발 부분에 쌓여 국부적인 혈액순환에 장애를 가져오게 된다. 그 결과 심장의 부담은 가중되고 체내의 조직과 기관은 영양분의 공급 부족 현상이 일어나게 되는데, 오랜 시간이 흐르면 인체의 조직과 기관의 기능이 떨어지게 되어 불편함을 느끼게 되며 결국 인체는 이상반응을 일으키게 되는 것이다. 따라서 족부를 지압할 경우 집중되어 있는 경혈을 자극하여 경혈과 연관된 신체 도처의 기관기능을 촉진하여 혈류를 개선하여 자연적으로 질병 치유를 유도한다.

표 1과 같이 족부 반사구에 대한 안마를 받은 후에는 발 부분의 온도가 올라가고 혈류 속도가 증가하는데 안마를 통해 발 부분 혈관의 침적물이 부유되고 혈액순환을 통해서 소변으로 배출되는 것이다. 족부 안마를 받은 후 3~5일 동안은 소변이 혼탁해지고 냄새가 심하게 나며 온몸이 가벼워지면서 힘이 나는 것을 느끼게 되는 것은 바로 이 때문이다. 그러므로 족부 반사구를 자극해 주는 안마는 국부적인 혈액순환을 개선시켜 주어 심장의 부담을 감소시키고 신진대사의 기능을 높여줄 수 있는 것이다^[2].

체내(體內)의 기관이나 장구에 병증요인이나 이상이 발생되면 제일 먼저 신경(神經)을 타고 발에서 그 이상징후가 나타난다. 발의 자극이 각 기관이나 장구에 전달이 되고 각 기관의 운동상태가 다시 발바닥에 이르는 신경사이클을 통해 인체는 외부의 각종자극을 이겨내고 항상 일정한 상태를 유지하게 되는 데 이른바 항상성(恒常性)을 유지하고 있는 것이다. 족부반사구 지압을 실시하고 난 후에는 인체의 내부 분비요소가 유발되고 또한 백혈구 및 임파공능을 촉진시키며, 신진대사의 공능과 기능을 활성화시키는 변화가 발생하게 된다.

족부 자극의 방법으로 마사지, 족욕 등이 널리 활용된다. 마사지는 발에 있는 근육의 피로를 풀어주고, 피를 잘 통하게 하여 근육이 피로할 때 생기는 노폐물을 배출시키고 세포에 산소나 양분의 공급을 원활하게 한다. 현대인은 일정한 신발 모양 때문에 체중 부하를 받는 부위가 일정하므로 모래나 흙 위를 걷는 행위도 족부 마사지 효과를 얻을 수 있다. 또한 42~44℃ 정도의 따뜻한 물에 10~15분 동안 담그는 족욕을 통해 혈액순환을 촉진하여 근육을 풀어주기도 한다.

표 1. 족부지압 전후 혈류속도와 온도 비교

구분		남자	여자
지압전	혈류속도(mm/s)	14~15	12~13
	온도(℃)	26~29	
지압후	혈류속도(mm/s)	21~23	28~30
	온도(℃)	15분 경과후: 33~35 30분 경과후: 36~38	

4. 족부자극 장치의 개발 동향

중국의 의료기기분야 해외수출의 핵심품목으로 중국 내 생산이 매우 활발하며, 특히 기존의 소형 자극장치 외에도 최근에는 안마의자와 같은 프리미엄급 제품의 생산 역시 증가하고 있으며 SHSS, 심천 풍폐리, 상하이카단, 북경성 안강열, 성도용씨의료기기, 온주적력강전자, 심천시쌍용전자, 상해불우철전자, 심천 등에서 다양한 제품을 출시하고 있다.

일본은 파나소닉, 산요, 쇼우켄 등이 시장을 장악하고 있으며, 최근 각광받고 있는 온열 치료기는 현재 세라젯, 미

진, 이가 등 한국계 제품들이 대부분의 시장을 차지하고 있다.

KAIST 생체모사연구실에서는 압전필름과 진동소자를 이용하여 당뇨환자의 발에 혈액순환을 촉진시키고, 당뇨 병성으로 인한 발의 체성감각 저하를 보정하여 발을 보호할 수 있는 당뇨환자용 신발에 대한 특허를 등록하였다.

웅진코웨이개발은 주무름과 지압을 동시에 할 수 있는 지압봉 방식으로 2개의 지압봉이 발바닥을 상하로 마사지 하고 에어백으로 발의 측면을 자극할 수 있는 웅진루체(Rooche) 풋케어를 개발하였다.

성신신소재는 자체 개발한 ABB(Anatomic Alignment Bridge) 시스템을 이용해 편안함의 극대화, 맨발과 같은 발 운동 기능, 바른 자세 유도를 위해 발바닥의 오목한 부분인 족궁의 경락과 경혈을 자극해 혈액순환을 원활히 하고 보행 안전성을 높인 휴먼 콤포트 슈즈(Human Comfort Shoes)인 토엔토(Taw&Toe)를 2010년 국제첨단기능신발 경진대회에 출품하였다.

또한 신발산업진흥센터가 주관하고 한국한의학연구원과 한국과학기술원, 트렉스타, 삼덕통상 등이 참여해 개발 중인 '발의 경혈자극을 통한 뇌기능 활성화 촉진 신발'은 전통 한의학과 IT기술을 융합한 첨단 기능성 신발로, 치매 등 인지능력 저하에 대한 예방효과가 있는 것으로 알려졌고 신발산업진흥센터 등은 동물실험과 임상실험 등을 통해 객관적이고 과학적인 효과를 입증해 그림 5와 같은 '뇌기능 활성화 촉진 신발'을 제품화할 계획을 가지고 있다.

한국한의학연구원은 족부경혈의 저주파 자극이 뇌기능 활성화에 미치는 영향 연구를 책임져 임상 데이터와 기기에 적합한 자극 수치들을 도출해내고, KAIST는 이를 반영해 신발에 탑재 가능한 무선충전 초소형 저주파자극 장치를 개발하고 이후 아웃도어 전문업체인 트렉스타는 아웃도어용으로, 일상화 제작업체인 삼덕통상은 일상용으로, 개발된 기기를 신발에 넣어 최종 제품을 제작하는 계획으로 연구를 진행하고 있다. 저주파를 이용해 뇌기능 활성화를 유도하는 혈자리를 가볍게 자극해줌으로써 기억력 감퇴나 인지 장애 등을 예방할 수 있으며 향후 치매에 대한 사회적 비용 축소와 삶의 질 개선 등의 효과를 기대하고 있다.

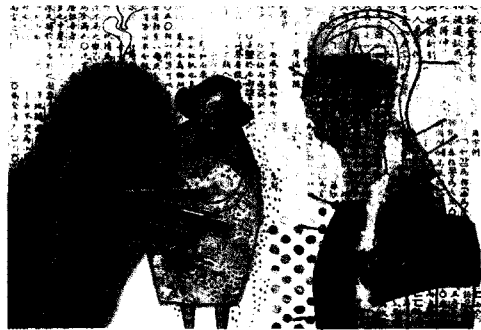


그림 5. 발의 경혈자극을 통한 뇌기능 활성화 촉진 신발¹³⁾

5. 가상현실 기반 족부 혈액순환 증진장치

가상현실 기반 족부 혈액순환 증진장치는 사용자에 따른 족부의 압력분포 및 온도를 감지하여 가상현실과 연동하고, 사용자의 건강상태를 입력받아 부위별 힘의 세기, 온도를 달리하여 국소자극을 통해 혈액순환에 도움이 될 수 있도록 하는 장치이다(그림 6, 그림 7 참조).

족부 혈액순환 증진 장치는 압력분포에 따라 혈액순환을 돕기 위해 진동모터 액츄에이터를 사용한다. 진동모터는 회전자의 무게 중심을 일방향으로 편심되게 구성해 회전시키면 회전 불균형에 의해 진동이 발생하는 원리로 추의 회전 운동과 동일하며 일반 DC모터처럼 전압에 따라 회전속도가 변경되고 주파수가 변경된다. 피에조 진동모터는 세라믹 압전판에 전압을 걸 때 떨리는 압전 효과를 이용해 진동 신호를 만드는 것으로 자석을 이용한 리니어 진동모

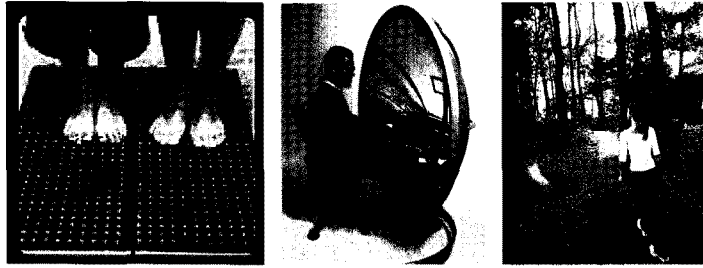


그림 6. 가상현실 기반의 족부 혈액순환 증진 장치

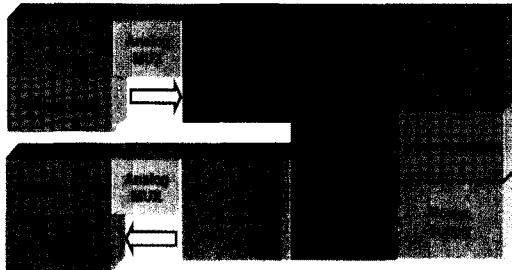


그림 7. 혈액순환 증진 장치의 구성 개념도

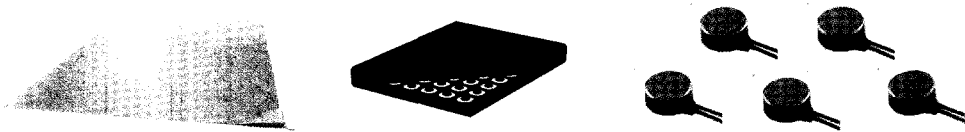


그림 8. 압력센서, 압전소자 및 리니어 진동모터

터가 평균 0.05초의 응답속도를 보이는 데 비해 0.002초 내외의 신속한 작동이 가능하여 리니어 진동모터를 대체하여 사용한다(그림 8 참조).

족부의 압력측정은 그림 9과 같은 압력센서 어레이를 사용하고 발바닥 압력분포의 분석을 위해 엄지발가락(hallux), 제 2중족골두(2nd metatarsal head), 뒤꿈치 외측(lateral heel), 뒤꿈치 내측(medial heel)의 주요 4개 영역 정의하고 정적기립 상태의 평균 압력값을 피검자의 체중으로 나누어 정규화(kPa/kg)한다. 압력측정 어레이는 독일과 미국제품이 많이 사용되며 본 연구에서는 아스키 출력이 가능한 미국의 Tekscan社의 제품을 사용하고자 한다(그림 10, 그림 11 참조).

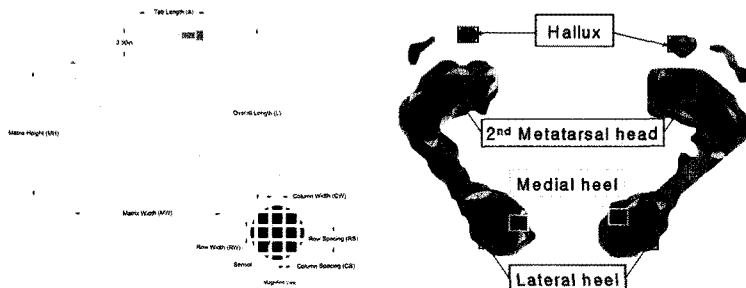


그림 9. 압력센서 어레이 및 압력분포 분석



그림 10. The barefoot pressure measurement systems(Tekscan, USA)^[15]

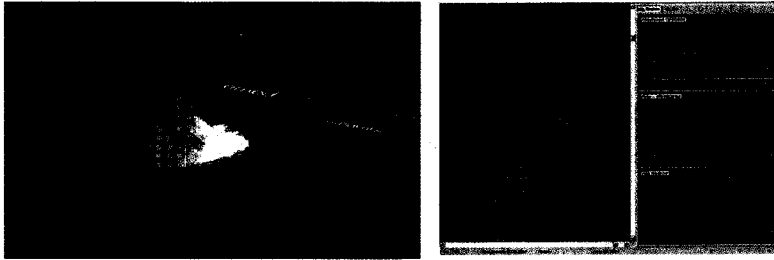


그림 11. The distribution of barefoot plantar pressure (Novel gmbh)

가상현실 기반 족부 혈액순환 증진장치에서 연동 콘텐츠는 혈액순환 개선의 효과를 극대화하기 위한 중요한 부분으로 3D 영상으로 구현된다. 3D영상 제작은 독립적 좌/우 2D 영상신호를 합성하여 3D포맷으로 출력하는 3D카메라를 이용하여 제작한다. 제작원리는 왼쪽과 오른쪽 눈의 간격 약 6.5cm. 차이가 양쪽 눈의 망막에 맺히는 상을 달리 만들어 줌으로써 두 눈을 통해 입체적으로 사물을 인식하는 방법을 적용하며, 이와 같이 3D 영상은 양안 시차 원리를 이용하여 렌즈 두 개를 사용하여 제작한다.

파나소닉은 미국에서 열린 멀티미디어 가전전시회 ‘CES 2010’에서 두 개 렌즈, 카메라 헤드, 영상 저장 장치가 세트 하나에 모두 담겨진 새로운 3D 캠코더를 출시하였고, 후지필름도 2009년 9월 ‘파인픽스 리얼 3D W1’을, 미국 티디비전도 3D 카메라를 출시하였다.

연동 콘텐츠는 오솔길, 자갈길, 백사장, 황토길 등을 바탕으로 한 혈액순환 증진 영상을 그림 12와 그림 13과 같이 3차원 비디오로 촬영하고, 노인들의 운동량을 감안하여 30분 분량으로 3D 영상으로 제작을 한다. 필요시 연동 콘텐츠에 적합한 새소리, 물소리, 파도소리 등의 음향과 동기하여 혈액순환 증진효과를 증대한다.

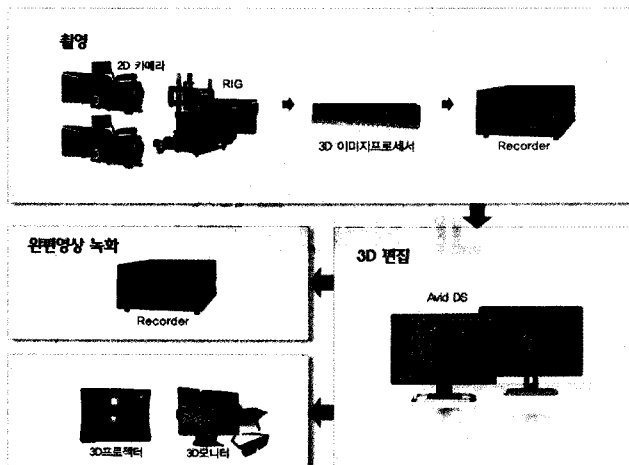


그림 12. 3D 촬영/편집 기본 개념도



그림 13. 혈액순환 증진 기기의 연동 콘텐츠

6. 결 론

노화에 따른 신체의 유연성 및 근력의 감소, 중추신경계 기능의 저하는 족부변형의 주요 요인으로 작용한다. 이러한 변화는 족부궤양이나 조직괴사, 진균감염, 조갑질환 및 족부 기형의 증가를 초래할 수 있어 족부 변화에 대한 인식과 조기발견 및 간호가 매우 중요하다. 다른 어느 신체 부위보다 근육층이 상대적으로 두텁고, 모세혈관과 신경의 분포도 풍부하며 심장에서 멀리 있어 혈액순환이 가장 약한 부분이기 때문에 족부 안마는 다른 부위보다 더 좋은 효과가 있다. 족부지압을 통해 족부의 혈류속도와 온도가 증가하는 것으로 조사되었으며, 혈류속도의 경우 남자는 57.1 % 여자는 141.7 % 증가하였고 온도의 경우 각각 7℃, 10℃ 정도 상승하는 것으로 나타났다. 족부 자극은 일반적으로 마사지와 족욕을 통해 혈액순환 효과를 얻을 수 있는데 마사지의 경우 맨발로 흙이나 모래를 걷는 것으로도 효과가 있다.

족부 혈액순환 증진 장치는 압력센서, 온도센서, 히터, 진동모터로 구성하며, 족부의 국소자극을 위해 초소형 진동 모터 및 압전소자(piezoelectric element), 압력센서 등을 활용하여 사용자의 정보를 입력받아 부위별 자극의 세기를 주파수별로 변화를 주고, 그래픽으로 제작된 가공의 상황 및 가상의 환경을 사람의 감각을 통해 느끼게 하고 실제 상호작용하고 있는 것처럼 만들어 주는 인터페이스를 제공하여 혈액순환 개선의 효과를 극대화한다.

후 기

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

❁ 참고 문헌

- [1] Sobel E, Giorgini RJ. Surgical considerations in the geriatric patient. Clin Podiatr Med Surg 2003; 20: 607-626.
- [2] Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. Diabetes Care 2004; 27: 1047-1053.
- [3] Park, S., Park, S., & Lee, K., The relationship between the foot pain and the foot deformity, Journal of

- Korean Academy of Rehabilitation Medicine, 18, 749-757., 1994
- [4] Katsambas, A., Abeck, D., Haneke, E., van de Kerckhof, P., Burzykowski, T., Molenberghs G., et al., The effects of foot disease on quality of life: Results of the Achilles Project, *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 19, 191-195., 2005
- [5] Whitney, K. A., Foot deformities, biomechanical and pathomechanical changes associated with aging including orthotic considerations, Part II. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, 20, 511-526, 2003
- [6] Scott, G., Menz, H. B., & Newcombe, L., Age-related differences in foot structure and function, *Gait & Posture*, 26, 68-75., 2007
- [7] Menz, H. B., Morris, M. E., & Lord, S. R., Footwear characteristics and risk of indoor and outdoor falls in older people, *Gerontology*, 52, 174-180, 2006
- [8] Hijmans, J. M., Geertzen, J. H., Schokker, B., & Postema, K., Development of vibrating insoles, *International Journal of Rehabilitation Research*, 30, 343-345, 2007
- [9] Osika, W., Dangardt, F., Gröros, J., Lundstam, U., Myredal, A., Johansson, M., et al., Increasing peripheral artery intima thickness from childhood to seniority. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 27, 671-676, 2007
- [10] 김신미, 안재홍, 최숙희, 이윤정, 일부 지역 노인 족부 건강 문제와 영향 요인, *대한간호학회지* 40권제2호, 2010
- [11] <http://jnee.tistory.com/587>
- [12] 정영림, “족부반사구 건강법”, 태웅출판사, 2006
- [13] 한국한의학연구원웹진 http://kiom.e-eyagi.com/jinny_board/board/chk_content.asp?idx=145&table=coverstory_board&page=1&search=&searchstring=&kind_value=coverstory
- [14] <http://podiatry.temple.edu/Gaitlab/facilities/pedar.html>
- [15] <http://www.tekscan.com/medical/pressure-sensitive-mat.html>



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



최 대 석

- (주)파나캠 대표이사
- 관심분야 : 실시간제어시스템, 의료기기
- E-mail : foot2hand@paran.com



김 권 태

- (주)파나캠 대리
- 관심분야 : Data Fusion, 의료기기
- E-mail : favor7kim@paran.com