

사용자 중심의 유산소 운동기구 디자인 개발에 관한 연구
-Elliptical Cross Trainer를 중심으로-

A Study on the Development of Aerobic Exercise Equipment Design for User-Centered
-Focusing on Elliptical Cross Trainer-

주저자 : 정경렬(Chung, Kyung-Ryul)

한국생산기술연구원 융합기술개발단

공동저자 : 송복희(Song, Bok-Hee)

한국기술교육대학교 디자인공학과

공동저자 : 윤세균(Yoon, Se-Kyun)

(재)서울디자인센터 디자인개발지원팀

공동저자 : 박일우(Park, Il-Woo)

한국생산기술연구원 로봇종합지원센터

1. 서 론

- 1-1 연구 배경과 필요성
- 1-2 연구 목적과 방법

2. 유산소 운동기구의 사용자 중심 디자인

- 2-1 유산소 운동의 개요
- 2-2 유산소 운동기구의 사용자 중심 디자인 및 필요성

3. 사용자 중심의 Elliptical Cross Trainer 디자인

- 3-1 유산소 운동기구 ECT의 개요
- 3-2 ECT의 기구적 운동특성
- 3-3 사용자 중심의 ECT
- 3-4 사용자 중심의 ECT 요구조건

4. Elliptical Cross Trainer 디자인 개발

- 4-1 유산소 운동기구 ECT 디자인 개발
- 4-2 편의성을 고려한 ECT 디자인
- 4-3 1차 샘플모델 제작
- 4-4 ECT 디자인 전개
- 4-5 2차 샘플모델 제작
- 4-6 최종모델

5. 결 론

참고문헌

(要約)

오늘날 가계소득의 향상과 근로시간 단축으로 인해 삶의 질이 향상되어감에 따라 보다 풍요롭고 여유있는 생활문화로의 변화가 예상되고 있다. 반면 생활이 윤택해지면서 영양섭취 과다와 노동여건의 변화(육체적 노동→정신적 노동)로 인해 비만과 운동부족을 야기하여 많은 신체적 부작용을 유발시키고 있다. 이로 인해 오늘날 대다수 국민의 관심은 건강에 집중되고 있으며 운동에 대한 인식이 날로 증대되고 있다. 이러한 현상은 매년 20%이상의 높은 헬스기구 시장의 성장률로 대변된다. 최근 주목받고 있는 Elliptical Cross Trainer(이하, ECT)는 스키의 상체운동과 달리기와 하체운동을 결합한 논임팩트 운동기구로써, 토달 전신 유산소 운동을

목적으로 개발된 크로스 트레이닝 운동기구이다. 이미 유럽과 미주 등의 해외 시장에서 트레이드밀과 대등한 시장을 형성하고 있고 근래 한국을 비롯한 동북아시아 시장에서 그 성장이 급격히 확대되고 있다. 이러한 수요확대에도 불구하고 대부분의 고가 ECT는 몇몇 선진국이 독점하고 있어 한국 기업의 시장 경쟁력 제고와 시장 확대 측면에서 ECT의 국산화는 시급히 요구되고 있다. ECT 디자인 개발은 세계 일류 상품만이 시장경쟁력을 가질 수 있다는 배경아래 디자인을 전략적으로 특화하여 사용자 관찰과 인간공학에 입각한 사용자 중심 디자인, 첨단 공학기술과 디자인 융합을 중점적으로 실행하였다. 이를 위해 참여 디자이너들은 개념설계, 기본설계, 상세설계에 이르는 전 과정에서 엔지니어들과 협력하며 연구하였다. 본 논문은 ECT개발을 위한 디자인과 공학의 협업적 연구개발과정과 결과를 소개하였다.

(Abstract)

It is expected that the typical lifestyle of the future will be transformed into an opulent and comfortable existence as the quality of life improves due to the increase in household income and reduction in working hours. In the meantime, as the standard of living becomes increasingly more comfortable and plentiful, the toll on physical health becomes magnified as a result of obesity and insufficient exercise caused by super nutrition and change in labor conditions (from physical labor to mental labor). This has instigated a deep awareness in fitness on the part of many people, forcing them to recognize the significance of daily exercise and physical activity. The high annual growth rate in the fitness and athletic apparatus market, which is more than 20%, is attributed to this phenomenon.

The Elliptical Cross Trainer(ECT), which has drawn wide attention recently, is a non-impact athletic apparatus that not only promotes exercise of the upper body parts in such sports as skiing but also the exercise of lower parts of the body on a treadmill. It is a type of cross training athletic gear that has been developed for aerobic exercise throughout the entire body. It has already formed a market as big as that of the treadmill in Europe, America, etc. Recently, its demand is growing sharply in the Korean markets as well as those in Northeast Asian countries. Despite such demand increase and expansion, since most of the expensive ECTs are exclusively supplied by suppliers in only a few advanced countries, localization of the ECT is urgently required in order to enhance competitiveness of Korean manufacturers and to expand the market.

This paper introduces the process and results of a design-engineering cooperative study that was performed for the development of the ECT.

(Keyword)

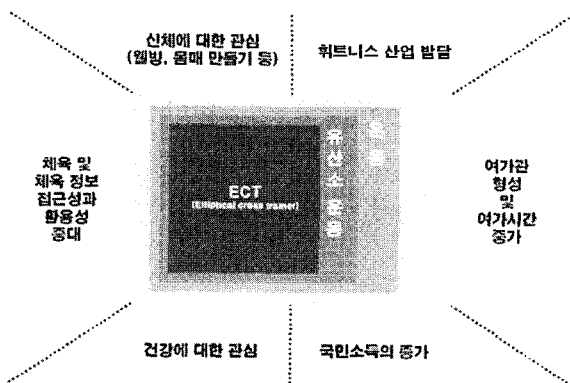
Aerobic Exercise, Exercise Equipment, Elliptical Cross Trainer(ECT), User-Centered Design

1. 서론

1-1. 연구 배경과 필요성

현대를 살아가는 사람들의 생활은 점차 편리해지지만 다른 한편으로 생활의 안정이 위협받게 되어 육체적으로 정신적으로 쇠퇴해가고 있는 것이 현실이다. 이러한 생활 속에서 유발되는 육체적 피로감과 정신적인 스트레스는 현대를 살아가는 사람들을 위협하고 있다. 이런 사람들의 내면에는 복잡한 업무와 일상의 생활환경에서 탈피하여 진정한 자기 삶의 가치 및 존재 의미를 확인하고자 하는 욕구를 지니고 있다. 한편, 주 5일 근무제로 인한 생활의 여유가 생기면서 기존의 생활에서 벗어나 새로운 활동에 대한 관심과 자신의 유익한 삶에 대한 관심이 증가하고 있는 상황에서 스트레스를 해소하고 즐겁고 명량한 생활을 영위하며 자기실현의 기회를 제공해 주는 것이 바로 생활체육이다.

①신체에 대한 관심 증대, ②체육활동 및 정보의 접근성과 활용성 증대, ③국민소득의 증가, ④여가관의 형성, ⑤취트니스 산업의 발달 등과 같은 다양한 사회적 현상으로 인하여 건강, 웰빙, 요가, 다이어트와 같은 생활체육은 건강 및 체력 증진, 여가선용 등의 목적으로 자발적이고 일상적인 체육활동으로 생활의 일부분으로 행해지고 있다. 생활체육에는 운동, 레크리에이션, 여가 등이 포함하는데 가장 많이 하는 활동이 바로 운동이다. 운동 중에서 취트니스 산업의 발달과 웰빙 및 몸매 만들기의 열풍, 성인병 예방과 비만해소와 노화 현상을 지연시킬 수 있다는 장점으로 인하여 유산소 운동이 각광받고 있다. 유산소 운동은 숨이 차지 않으며 큰 힘을 들이지 않고도 할 수 있는 운동으로 몸 안에 최대한 많은 양의 산소를 공급시킴으로써 심장과 폐의 기능을 향상시키고 강한 혈관조직을 갖게 하는 효과가 있다. 대표적인 유산소 운동은 조깅, 달리기, 수영, 자전거타기, 에어로빅, 크로스 컨트리, 마라톤 등이 있으며 실내에서도 운동기구를 사용하여 할 수 있는 운동이다. 대표적인 유산소 운동기구는 트래드밀, 자전거에르고미터, 스텝퍼가 있으며 최근에 등장한 Elliptical Cross Trainer(이하, ECT는 상체와 하체의 운동을 동시에 즐길 수 있으며 걷기와 달리의 운동효과를 그대로 살릴 수 있고 기존에 트래드밀이 가지고 있던 소음·진동 등의 문제를 해결하면서 새로운 유산소 운동기구로 주목받고 있다.



[그림 1] 생활체육에 대한 관심의 증가와 ECT와의 관계

이미 유럽과 미주 등의 외국시장에서는 트래드밀과 대등한 시장을 형성하고 있고 근래 국내시장 또한 급격히 확대는 추세이다. 하지만 이러한 수요확대에도 불구하고 대부분의 ECT는 외국에서 수입되고 있다. 따라서 국내 기업의 시장 경쟁력 제고와 시장 확대 측면에서 ECT 국산화가 시급히 요구되고 있다. 또한 외국의 주요 선진기업들이 과학적인 분석을 토대로 운동 메카니즘과 인간공학을 고려한 사용자 중심의 디자인 개발을 활발히 펼치는 반면 국내에서의 ECT 개발은 외국 모델을 들여와 그대로 모방하는 하는 수준이다. 따라서 사용자 중심의 ECT를 개발하기 위해서 개발기획, 운동 메카니즘 분석, ECT 설계 등 개발 과정 및 방법에 있어 과학적이고 객관적인 접근이 필요하다.

1-2. 연구목적과 방법

본 연구는 운동기구 디자인 개발에 있어 효율적으로 수행할 수 있는 디자인 방법과 기술을 적용하여 ECT의 운동을 예측하고, 사용자의 운동효율성을 증대할 수 있는 ECT 개발을 목적으로 한다. 또한 이를 통해 국내 기술로 ECT를 개발함으로써 사용자에게 높은 운동효율성을 제공하고 개발업체에게는 디자인 개발 방법론 및 기초 자료로의 활용 및 체계적인 ECT 개발 기술의 개발을 목적으로 한다.

운동기구는 인체의 특성을 고려하여 설계되어야 하며 운동 효율성 증대의 기능을 수행해야 한다. 하지만, 외국 제품의 기구 설계 및 메카니즘을 벤치마킹하여 그대로 적용하여 개발하였던 기존의 방법을 통해서는 인체의 특성에 대한 고려와 운동효율성을 증대시키는 데에 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 ECT 디자인 개발에 있어서 타 분야에서 적용하였던 방법들을 적용하며 사용자와 ECT를 분석하고 객관적이고 과학적인 데이터를 추출하였다.

- 디자인에서는 기존의 ECT 제품 개발에 있어서 생략되었던 우리나라 사용자의 분석을 위하여 헬스클럽 사용자들을 대상으로 설문조사와 인터뷰, 그리고 비디오에스노그래피(video ethnography) 방법을 통하여 사용자분석을 하였으며, 헬스클럽 방문 조사를 통하여 ECT의 사용환경을 조사하고 분석하였다. 또한, ECT 디자인 개발 과정을 통하여 프로토타입을 제작하였다.
- 기술공학 및 시스템공학에서 ECT가 가지고 있는 운동 메카니즘과 특성을 분석하기 위해 시뮬레이션(simulation) 방법을 통하여 가상의 동적 시스템모형을 제작하였다. 이를 통해 동적 시스템모형의 운동메카니즘을 분석하고 ECT의 운동특성을 분석하였다.
- 인간공학에서 분석된 데이터를 제품 개발 및 설계에 적용하기 위해 인체치수 동적측정방법을 통하여 ECT 사용자의 운동범위를 분석하였고 이를 통해 핸들바와 발판의 운동 궤적 데이터를 추출하고 프레임의 설계데이터를 추출하였다.

2. 유산소 운동기구의 사용자 중심 디자인

2-1. 유산소 운동의 개요

유산소 운동은 신체활동 시 필수적으로 요구되고 생명 유지와 불가분의 관련성을 가진 산소의 적절한 공급 아래 수행되는 운동으로서, '산소와 함께, 산소를 이용하며 수행되는 운동'으로 말할 수 있다.

널리 이용되는 유산소 운동은 걷기, 조깅, 에어로빅운동 및 수영 등을 들 수 있으며 그 밖에도 자전거타기, 줄넘기, 등산 등이 포함된다. 이러한 운동 형태를 이용한 규칙적인 유산소 운동의 효과에 대한 연구결과에서도 유산소 운동의 개념과 관련된 중요성을 이해할 수 있다. 규칙적인 유산소 운동을 통한 건강관련 신체적 기능의 긍정적인 효과는 심폐기능의 향상, 혈중 콜레스테롤의 감소 등을 통한 체지방률 감소에 의해서 비만방지 및 해소, 피로발생의 방지, 근육의 구조적 변화를 통한 근육기능의 향상, 골다공증의 방지, 외부자극에 대한 내성능력 및 면역기능의 향상, 정서적 안정과 자신감 배양 등이 제시될 수 있다.¹⁾ 다시 말해, 유산소 운동은 끊임 없는 활성화가 요구되는 세포를 바탕으로 신체항상성 유지를 위한 신체적 활동의 근간을 이룬다는 관점에서 생명체 유지는 물론 보다 정상적이고 적극적인 생리적 기능의 수행이 가능하도록 이끌어 주는 산소와 함께 수행되는 운동으로 정의할 수 있다.

2-1-1 유산소 운동기구의 종류²⁾

대부분의 유산소 운동기구는 유산소 운동이라고 정의되어진 운동의 운동 형태를 모사한 제품들이 많이 있다.

대표적인 유산소 운동기구는 걷기, 달리기를 할 수 있는 실내 운동기구로서 트레드밀, 사이클링을 할 수 있는 자전거에 크로미터, 계단 오르기를 할 수 있는 스텝퍼 등이 있다.

• 트레드밀(treadmill)

트레드밀은 사람의 발이 이동면으로부터 자유로이 떨어질 수 있고, 걷거나 달리기를 할 수 있도록 한 방향으로 움직이는 면을 가지는 체력 증진용 운동기구를 말한다.

• 스텝퍼(Stepper)

발이 페달에서 이탈되지 않고 왕복 운동 형태로 움직이는 고정식 체력 증진 운동기구를 말한다. 전동 스텝퍼는 전동모터를 내장하여 페달의 속도 부하조절을 한다.

• 자전거 에르고미터(Cycle ergometer)

페달에 힘을 가함으로써 일이 수행되는 자전거와 유사한 고정식 체력 증진용 운동기구이다. 일반 자전거는 부하가 지면이 되나 자전거 에르고미터는 페달과 연결되어 돌아가는 바퀴나 축에 부하를 걸어준다.

• ECT(Elliptical Cross Trainer)

스키의 상체운동과 트레드밀의 하체운동을 결합하여 적은 시간에 많은 열량을 소모시키고 주요 근육을 강화하는 전신 크로스-트레이닝 운동기구이다. 신체에 충격이 없이 달리는

운동의 효과를 발휘한다. 트레드밀이 가지고 있는 소음과 진동을 발생시키지 않는다는 장점을 갖고 있다.

2-2 유산소 운동기구의 사용자 중심 디자인 및 필요성

사용자 중심 디자인의 접근의 시점은 인간의 특성에 대한 이해로부터 출발점을 삼아야 한다. 인간의 특성을 검토하고 인간을 중심으로 제품의 디자인을 종합적으로 고찰해야 한다. 현재 사용자 중심 디자인은 끊임없는 연구와 변화를 통하여 물리적인 측면에서 인지적이고 감성적인 측면까지 고려하고 있다. 유산소 운동기구 디자인 개발에도 인간공학, 인지공학, 감성공학, 그리고 User Interface 등의 사용자 중심의 디자인이 적용되기 시작하였으며, 과거의 운동기구와는 다른 형태, 그리고 다른 기능을 가진 제품들이 등장하게 되었다.

유산소 운동에 대한 관심의 증가로 다양한 형태의 운동기구가 개발되고 있고 그 수요가 증가하고 있다. 하지만, 국내 시장의 수요 확대에도 불구하고 고가 제품은 서구의 주요 선진기업 제품을, 중저가 제품은 대만, 중국 등의 제품을 주로 수입하고 있는 실정이다. 이런 수입 운동기구들은 자국민의 체형을 기초로 개발된 제품으로 우리나라 사용자들에겐 이질감을 줄 수 있다. 따라서 유산소 운동기구의 사용자 중심 디자인은 국내 기업의 시장 경쟁력과 운동기구 개발 기술력의 확대는 물론 유산소 운동기구의 국산화를 목표로 하며, 사용자에게 더욱 바람직한 제품을 제공하고, 객관적이고 체계적으로 인간의 특성을 고려하여 누구나 편하고 안전하게 운동 효과를 얻을 수 있게 하기 위해 필요하다.

3. 사용자 중심의 Elliptical Cross Trainer 디자인

3-1 유산소 운동기구 ECT의 개요³⁾

ECT는 사람이 걷고, 뛰고, 달리는 동작에서의 발의 움직임이 타원 패턴을 보이는 것에 착안해 개발된 운동기구로써 스키의 마라톤으로 불리는 크로스컨트리(Crosscountry)를 모사한 운동기구이다. 상·하체운동이 가능하고 그 시장이 매우 빠르게 성장하고 있다.



[그림 2] ECT의 특징

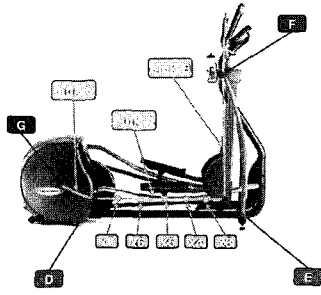
3-2 ECT의 기구적 운동특성

ECT는 기본 4절 링크 메커니즘 구조를 가진다. A 링크의 점 x5에 발판이 놓이고 A 링크의 움직임에 따라서 발판의 운동 궤적이 결정된다. [그림 5]는 링크의 위치에 따른 궤적으로 A 링크와 C 링크가 고정된 점 D는 원운동을 하고 A 링크와 B 링크가 연결된 점 E는 원호를 궤적운동을 한다.

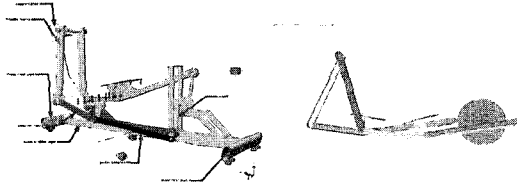
1) Nike Sport Research Review, *The benefits of aerobic exercise*, 1989

2) 정경렬 외 4, 유산소성 운동기구 로봇화를 위한 로봇요소기술 기반 구축, 한국생산기술연구원, 2005, pp9-14

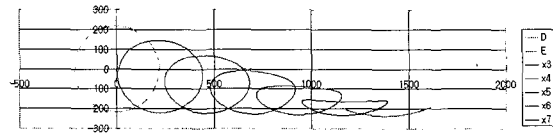
3) 정경렬 외 6, 사용자 중심의 ECT 신규개발을 위한 설계최적화 지원 및 성능평가기술 응용 및 품질관리방안 도출, 산업자원부, 한국생산기술연구원, 2005



[그림 3] ECT 4절 링크 구조



[그림 4] 가상 동적모델링에 의한 시뮬레이션



[그림 5] A 링크 위의 점 D에서 점 E까지 원운동에서 원호운동으로 변화하는 과정 (시뮬레이션 결과)

3-3 사용자 중심의 ECT

기능이 우수한 운동기구라 하더라도 사용자에게 만족을 주지 못하고, 사용 환경에 적합하지 못한 운동기구는 그 가치를 다하지 못하기 때문에 사용자 및 사용환경에 대한 요구 사항 분석이 필요하다. 본 장에서는 ECT의 주요 사용자층을 대상으로 사용자 및 사용환경 그리고 기구학적 요구사항에 대해 분석하였다.

3-3-1 사용자 조사

(1) 인터뷰 방법을 통한 사용자 조사

본 연구에서는 계량적 인터뷰 방법⁴⁾을 사용하였으며, 인터뷰 장소는 천안시에 위치한 대형헬스클럽에서 실시하였으며 인터뷰는 ECT를 자주 사용하여 운동자와 ECT를 관리하는 관리자를 대상으로 진행하여 다음과 같은 문제점들을 도출하였다.

• 운동자(사용자) 대상

- 하지운동과 언밸런스한 상지운동 문제
- 상체운동강화 필요성 문제
- 탑승시 기기가 고정되지 않기 때문에 발생하는 자세 문제
- 운동시 흔들림 문제
- 초기운동시 과부하 문제
- 표시장치의 인식 및 조종장치의 레이아웃 문제
- 집중도 및 효율성 향상 문제 등

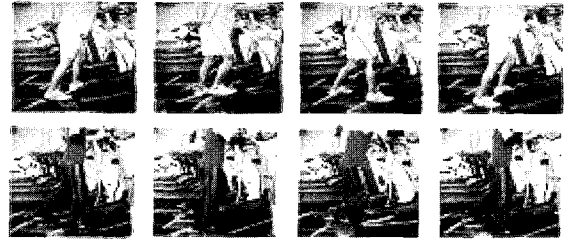
4) 인터뷰 방법은 크게 계량적 인터뷰 방법과 심층적 인터뷰 방법이 사용되며 계량적 인터뷰 방법은 연구자가 미리 기획한 질문으로 답을 얻는 방법이다.

• 관리자 대상

- 구매 가격 문제
- 메뉴얼 확충, 부품의 호환성 유지 등의 A/S 문제
- 부식방지처리, 마모방지 부품 사용 등의 내구성 문제
- 사용자 요구에 맞는 제품 생산시스템구축 문제

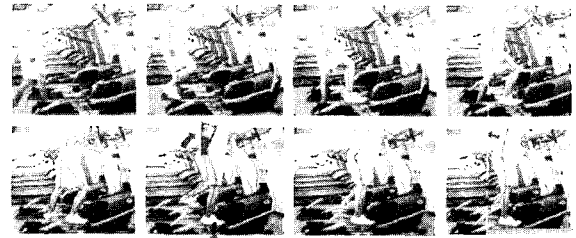
(2) 비디오 촬영 방법을 통한 사용자 조사

본 연구에서 헬스클럽에서 ECT를 사용하는 운동자를 대상으로 비디오촬영 방법을 사용하여 사용자들의 ECT 운동 모습을 촬영하고 이를 분석하였다.



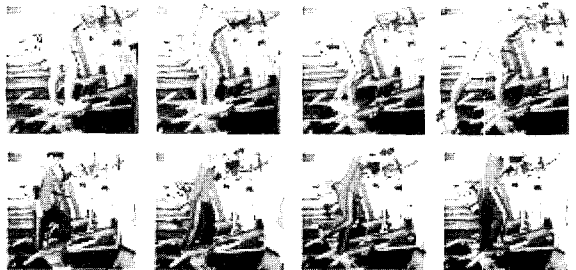
[그림 6] 비디오 촬영 방법을 통한 사용자 분석_1 (ECT 운동시 뒷꿈치 들림 현상)

[그림 6]은 ECT 운동시 운동자의 발뒤꿈치가 들리는 모습으로 사용자들의 발뒤꿈치가 운동시 들리는 현상이 나타남을 알 수 있었다.



[그림 7] 비디오 촬영 방법을 통한 사용자 분석_2 (ECT 승하차 모습_무경험자)

[그림 7]은 ECT를 처음 사용하는 운동자의 승·하차 동작으로 ECT 승·하차시 무게 중심의 이동에 의해 균형을 잃는 모습이다.



[그림 8] 비디오 촬영 방법을 통한 사용자 분석_3 (ECT 승하차 모습_유경험자)

[그림 8]은 ECT를 사용해 본 경험이 있는 운동자의 승·하차 동작으로서 ECT 승·하차시 몸의 균형을 잃지 않기 위해 핸들바를 잡고 있는 모습이다.

[표 1] 비디오 촬영 분석결과


문제점	내용
발판의 운동성	운동시 발뒤꿈치가 들려 앞꿈치에 힘이 쏠림 제품의 종류에 따라 무릎에 무리가 옴
운동 효과	안정적이고 편안한 자세를 통한 운동 효과 증대
사용편한 운동 궤적	수입제품으로 인해 키 작은 사용자의 불편함 운동시 발목회전의 불편함으로 근육 무리
소음, 진동	운동시 소음 및 진동의 발생 부품과 부품 간의 간섭에서 발생 소음과 진동을 최소화하여 운동감을 향상
운동 집중도 & 운동효율성	불편한 운동 자세로 운동에 집중도 절감 집중도 향상을 통한 운동 효율성 증대
상지·하지 언밸런스 문제	상지와 하지의 운동이 부자연스러운 연동 상지 운동보다 하지운동 쪽에 운동이 편중.
핸들바 불안감	핸들바에 의한 충돌 불안감 및 충돌 위험성이 존재
복잡한 조종장치	전신 운동시 버튼 조작이 불편함
복잡한 링크구조	복잡한 링크 사이에 신체 일부가 끼어 부상 위험
공간의 효율성	클럽공간을 고려한 설계

3-3-2 사용 환경 조사

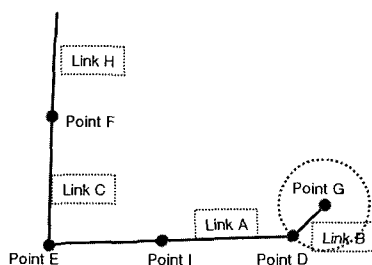
사용자의 욕구를 충족시켜주는 요소는 제품에 국한되어 있지 않고 제품이 사용되는 환경에 대한 영향을 받는다. 제품의 사용성과 서비스뿐만 아니라 제품이 사용되는 공간 분석을 통하여 제품 개발의 방향을 명확히 할 수 있다.

ECT의 사용 환경은 크게 가정과 클럽으로 구분할 수 있다. 본 연구서는 제품 개발 방향이 클럽을 목표로 하기 때문에 클럽용 제품에 대한 사용 환경을 분석하였다.

[표 2] 사용 환경(클럽) 분석

사용 환경	요구 사항
 PRICE A/S BRAND 신뢰성 견고함 유지관리가 용이 클럽의 이미지와 적합	<ul style="list-style-type: none"> - 올인원(All-In-One) 시스템 도입 ; 제품의 공급에서 사후처리까지 고려 - 선택사항의 다양성 제공 ; 클럽 이미지와 어울릴 수 있도록 - A/S가 발생하지 않는 제품을 선호 - 부품의 호환성 - 주문자 방식 시스템 ; 주문자의 요구에 맞게 제품을 재구성할 수 있어야 함 - 서비스 매뉴얼 제공

3-3-3 ECT 기구학적 요구분석



[그림 9] ECT 설계 변수

[표 3] 핸들바와 발판 운동 궤적 변화 변수

핸들바 운동 궤적 변화 변수	발판 운동 궤적 변화 변수
Link A · C · H 길이 Point E · E 위치	Link A · B · C 길이 Point D · E · I 위치 부하장치 위치

ECT의 상지운동에 영향을 주는 요소는 핸들바의 운동궤적이다. 핸들바의 운동궤적은 [그림 9]의 링크 A·C·H의 길이와 점 E·F의 위치에 의해 변화한다. 특히 점 F의 위치에 의해 링크 C와 H의 길이가 변화하며 핸들바의 이동각도가 결정된다. ECT의 하지운동에 영향을 주는 요소는 발판의 운동궤적이다. 발판의 운동궤적은 [그림 9]의 링크 A에서의 발판의 위치인 점 I와 링크 A·B·C의 길이에 의해 변화하는 점 D·E의 위치 그리고 부하장치의 위치에 의해 변화한다. 특히 점 D·E의 위치에 따라 운동 궤적이 결정되는데 점 D·E의 운동궤적인 원과 호의 모양에 따라 발판의 궤적의 보폭과 기울기, 높이가 결정된다.

3-4 사용자 중심의 ECT 요구조건

[표 4] 사용자 중심의 ECT 요구조건

문제점	해결 방법	사용자 중심 디자인의 조건
발판의 운동성	발목의 각도의 움직임과 동일한 발판의 움직임 적용	발판 및 핸들바의 궤적을 고려한 설계를 통해 운동 편의성을 증대하여 운동효율성을 증대
운동 효과 피드백	안정된 운동자세의 운동 궤적 고려 자연스러운 자세로 운동효과극대	
사용편한 운동 궤적 적용	치수조사를 통한 운동 궤적 설계	
소음·진동 최소화	부품에 의해 생기는 간섭 해결 균형적인 움직임을 통한 흔들림 방지	
운동집중도 & 운동효율성 증대	운동의 집중도를 향상시켜 운동 효율성 증대를 위해 자연스러운 운동 자세가 나올 수 있는 궤적 적용	
상·하지 운동 언밸런스 문제	보행 및 달리기 운동 주기 설계 반영	
핸들바에 의한 불안감 해소	상지 운동을 일으키는 핸들의 운동범위를 고려한 설계	
복잡한 조종장치	버튼의 레이아웃을 고려한 설계 적용	
복잡한 링크 구조 해결	기본 구조를 통한 무수적 장치 배제	
공간의 효율성	효율적인 공간활용을 위한 설계 반영 효율적인 핸들 궤적 설계 적용	

ECT는 사용자로부터 힘을 받고 그 힘을 다시 사용자에게 전달하는 매개체 역할을 한다. 이때 힘의 전달 역할을 하는 매개체가 바로 핸들바와 발판이다. 따라서 핸들바와 발판이 어떻게 설계되느냐에 따라 사용자가 편리하고 편안하게 운동을 할 수 있으며 운동을 하면서 불편함을 느끼지 않고 자연스러운 운동 자세를 유지할 수 있다. 또한 올바른 운동 자세를 통하여 운동의 효율성이 증대되며 올바른 자세를 지속적으로 유지하게 하여 사용자의 신체 각 부분이 균형 잡힌 전체로서 조화를 이루고 완전하게 작용할 수 있다. 균형 잡힌 신체의 운동을 통하여 신체에 무리를 주지 않아 운동 중에

발생하는 신체의 피로도를 최소화하며 상해를 예방할 수 있다. 따라서 운동효율성 증대를 위해 사용자를 고려한 핸들바와 발판의 운동궤적을 적용하여 편의성이 증대된 ECT를 디자인하여야 한다.

4. Elliptical Cross Trainer 디자인 개발

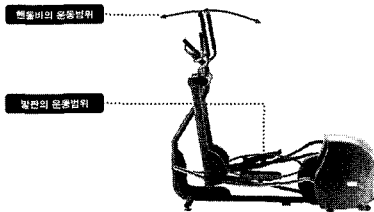
4-1 유산소 운동기구 ECT 디자인 개발

유산소 운동기구 ECT 개발에 있어 운동효율성 증대를 위한 편의성 증대를 목표로 다양한 니즈를 파악하고 운동 특성을 살리기 위해 신체적 특성을 고려하여 디자인하였으며 운동 특성을 극대화할 수 있도록 공학적인 방법으로 접근하였다. 또한 각 단계에서 사용자의 평가, 반응 그리고 테스트를 통하여 사용자의 의견 및 참여를 유도하였다.

본 연구에서는 운동효율성 증대를 위한 편의성을 고려한 운동궤적 분석 및 적용 등의 물리적 인터페이스를 중심으로 ECT 디자인 개발하였으며 컨트롤 패널부분에 대한 물리적·인지적 특성을 고려한 디자인 개발은 향후 연구과제를 통해 진행하고자 한다.

4-2 편의성을 고려한 ECT 디자인

4-2-1 핸들바 및 발판의 운동 범위 고려



[그림 4-1] ECT의 핸들바와 발판의 운동범위

• 핸들바의 운동 범위

보행이나 달리기 운동 동작에서 상지의 움직임은 자유롭게 움직인다. 자연스러운 동작일 경우 상지는 교대로 움직이게 된다. 하지만, ECT 운동의 경우 핸들바에 의해 상지의 움직임이 구속되어져 핸들바의 왕복 운동에 의해 생긴 이동 범위가 상지의 운동 범위가 되는 것이다. 따라서 ECT의 핸들바의 운동 범위는 사용자의 팔길기와 어깨높이를 고려하여야 한다.

• 발판의 운동 범위

ECT의 발 운동은 발판에 발을 놓고 걷거나 달리는 동작을 하게 된다. 따라서 발의 운동 범위는 양발 지지 상태에서 앞에 위치한 발뒤꿈치에서 뒤에 위치한 뒤꿈치까지의 수평거리인 '보폭(Step length)'이라고 할 수 있다. 보통 일반적으로 사람이 걸을 때의 보폭은 키에서 100을 뺀 수치이다. 예를 들어 키가 170인 사람의 경우, 약 70cm가 그 사람의 보폭이다. Murray, Drought & Kory⁵⁾와 Murray, Kory & Sepic⁶⁾에

5) Murray, M.P., Drought, A.B., & Kory, R.C. (1964). Walking patterns of normal men. *Journal of Bone & Joint Surgery*, 46A, 335-360.

6) Murray, M.P., Kory, R.C., & Sepic, S.B. (1970). Walking patterns of normal women. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*,

의하면 남자의 경우 보폭은 79cm이며 여자의 경우 보폭은 66cm라 하였다. 기본적으로 한국인 체형을 고려하였을 때 남자의 보폭은 73cm이며 여자의 경우 58cm로 따라서 ECT의 발판의 운동 범위는 남녀의 보폭 길이가 포함돼야 한다.

4-2-2 핸들바의 운동 궤적 분석과 설계

ECT의 상지운동에 영향을 주는 요소는 핸들바의 운동궤적이다. 핸들바의 운동궤적은 점 F를 중심으로 회전하기 때문에 점 F의 위치와 링크 A·C에 의해 결정되는 점 E의 위치 그리고 링크 H의 길이에 따라 달라진다.

핸들바의 위치와 각도를 결정하기 위하여 한국인인체치수조사자료⁷⁾의 데이터를 활용하였다. 이 데이터를 통하여 인체치수 동작측정 방법을 사용하여 운동범위를 추출하였다. 본 연구에서 20대의 데이터를 활용한 것은 연령별 인체 치수를 비교한 결과 20대의 인체치수 범위에 한국인의 전체 연령대의 인체치수가 다 포함되기 때문이다.

[표 4-1] 인체 치수 자료 조사

(단위 : mm)

남자 20-29세	5%	25%	50%	75%	95%
어깨가쪽높이	1326	1375	1406	1441	1491
팔길이	544	569	588	605	630
팔꿈치사이 너비	409	449	481	507	554
여자 20-29세	5%	25%	50%	75%	95%
어깨가쪽높이	1228	1271	1300	1333	1381
팔길이	503	522	539	557	580
팔꿈치사이 너비	346	378	402	427	469

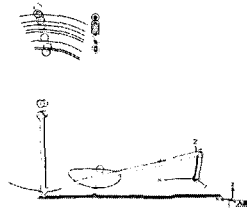
[표 4-2] 인체측정 방법과 측정 위치

측정 방법과 측정 위치	신체 부위
	어깨가쪽 높이
	팔 길이
	팔꿈치 너비

[표 4-1]의 어깨가쪽 높이는 바닥면에서 어깨가쪽까지 수직거리이고 팔길이는 어깨가쪽점에서 노뼈위점을 지나 손목안쪽점까지의 길이 그리고 팔꿈치 사이 너비는 양쪽 팔꿈치가쪽점 사이의 너비이다. 팔길이에는 손목에서 핸드그립을 잡는 부분까지의 길이가 포함되지 않았으므로 60mm를 더한 수치를 사용하였다.

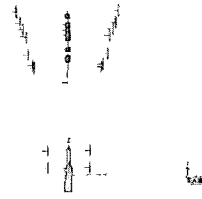
51, 637-650

7) 사이즈 코리아 Size Korea, <http://sizekorea.ats.go.kr>



[그림 4-1] 인체치수

동적측정방법을 이용한 핸들바
형상 (측면) 추출



[그림 4-2] 인체치수

동적측정방법을 이용한 핸들바
형상(정면) 추출

- [그림 4-1]은 인체의 치수를 고려하여 팔을 최대한 뻗었을 때의 위치와 궤적을 나타내었다. 팔을 뻗었을 때의 위치는 팔을 지면에 수평하게 했을 때의 위치이다. 팔의 궤적은 보면 팔을 뻗었을 때 높고 당겼을 때 낮아지는 호 궤적이다. [그림 4-1]에서 어깨가쪽점에서 팔을 뻗었을 때의 위치를 연결하면 옆에서 보았을 때의 핸들바 형상을 결정하였다.
- [그림 4-2] 정면에서 보았을 때 팔꿈치 사이 너비를 적용한 것이다. 실제로는 팔꿈치 사이 너비보다 주먹이 1-2개 정도 더 벌어져야 할 것이다. 따라서 팔꿈치 사이 너비를 고려하여 나타난 위치들을 연결하여 핸들바 형상을 설계하였다.

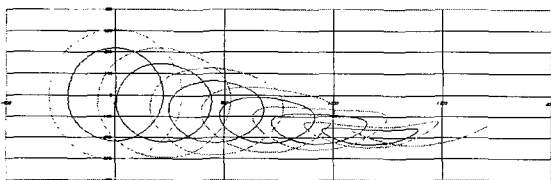
4-2-3 발판의 운동 궤적 분석과 설계

• 발판 궤적의 기울기

점 E의 호궤적 기울기에 따라 발판궤적의 기울기가 결정되어진다. 점 E의 호의 기울기는 A 링크의 길이에 의해 변화한다. A 링크의 길이가 길어지면 발판 궤적이 양의 기울기를 갖게 되고 짧아지면 음의 기울기를 가지게 된다. 따라서 보행에 있어 보행 궤적의 기울기는 0임을 고려하여 A 링크의 길이를 조절하여 발판 궤적의 기울기를 조절하였다.

• 발판 궤적의 수평·수직 길이

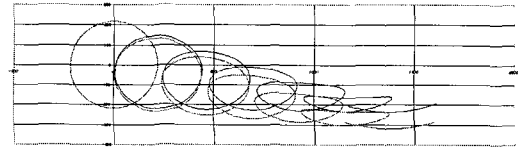
발판 궤적의 수평·수직의 길이 변화는 B 링크의 길이의 영향을 받게 된다. B 링크의 길이를 증가시키면 궤적의 수평 길이와 수직 길이가 커지고 반대로 감소시키면 작아지게 된다. 따라서 B 링크의 길이를 조절하여 궤적의 수평·수직 길이를 조절하였다.



[그림 4-3] B 링크 길이 변화시 발판 궤적의 모습 변화

• 발판 궤적의 상하 위치

C 링크의 길이를 통해 발판 궤적의 위치가 변화하게 된다. 궤적의 모양 변화없이 C 링크의 길이가 길어지면 궤적의 위치가 아래쪽으로 전체적으로 이동하게 된다. 따라서 C 링크의 길이를 조절하여 발판 궤적의 상하위치를 조절하였다.

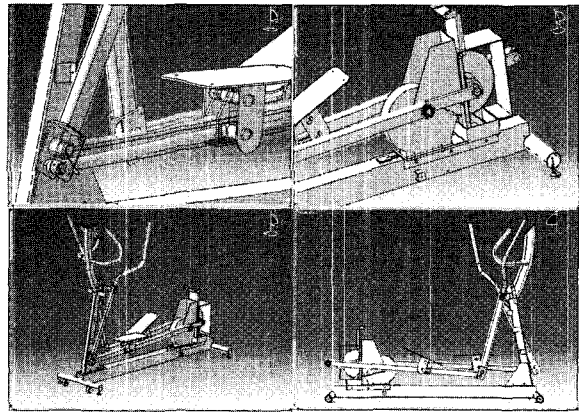


[그림 4-4] C 링크 길이 변화시 발판 궤적의 위치 변화

• 발판의 각도

부하장치의 위치가 앞쪽에 있는 전륜 타입의 ECT는 발의 앞부분은 편평도가 적은 궤적을 가지며 발의 뒷부분은 편평도가 큰 궤적에서 운동을 한다. 후륜 타입은 반대의 궤적을 갖는다. 전륜일 경우 발목을 중심으로 발이 회전하게 되지만 후륜일 경우 발이 앞쪽을 회전축으로 회전하게 된다.

4-3 1차 샘플모델 제작



[그림 4-5] 샘플 모델 프레임 설계

- 프레임은 설계 편의성과 경제성 면에서 사각 단면 봉을 사용하였으며 ECT가 구조적으로 힘을 받는 부분인 받침대에서는 원형 단면 프레임을 사용하여 내구성이 뛰어나도록 하였다. 또한 제품의 심미적인 측면을 고려하여 외부로 노출되는 프레임은 타원 단면 봉을 사용하였다.
- 부하장치 케이스는 크로스(Close)형의 경우 링크 회전 부분이 외부로 노출되어 있어 시각적으로 역동적인 느낌이 들지만 조인트 부분에서 사용자의 부상에 대한 안전성 측면을 고려하여 링크의 회전 부분이 부하장치 케이스 안쪽으로 들어가는 오픈(Open)형으로 설계하였다.
- 핸들바의 궤적은 다양한 사람들의 신체 치수의 운동 범위를 고려하여 도출하였으며, 핸들바의 형태와 핸들바의 피봇점인 점 F 위치를 변경하여 다양한 설계 모델링을 제작하였다. 이를 시뮬레이션 하여 후 신체 치수의 운동 범위와 비교하여 설계에 반영하였다.
- 발판의 궤적은 링크 B와 C의 길이를 조절하여 시뮬레이션 후 나타난 발판의 궤적 데이터와 사람의 보행 궤적 데이터를 비교하여 일치하는 최적의 데이터를 추출하여 설계에 반영하였다.

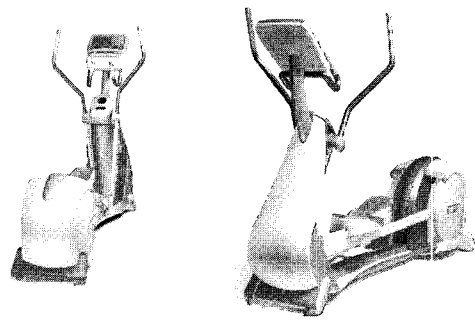
1차 샘플로 제작된 프레임을 대상으로 사용 테스트를 통하여 검토하였다. 부품에서 생기는 간섭에 의한 소음 및 진동

이 발생을 하였으며 프레임의 두께로 인해 생기는 밴딩 변형 등이 발생하였다. 또한, 핸들바의 길이나 기울기로 인하여 운동시 사용자와의 충돌이 발생하게 되었다. 이러한 1차 샘플의 문제점을 검토하여 발생된 문제점들에 대한 해결방안을 모색하였으며, 해결안을 다시 설계에 반영하여 2차 샘플 모델을 제작하였다.

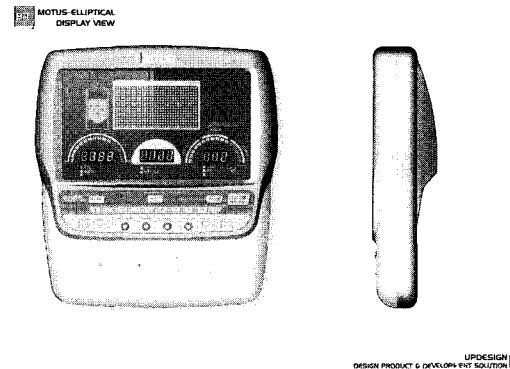
4-4 ECT 디자인 전개

ECT의 디자인 개발은 산·학·연의 협업 과정을 통하여 진행하였다. 기획 및 제품 분석 단계에서는 협업으로 ECT 트렌드 및 형태 분석을 실시하였으며, 사용자 요구 조건에 맞는 아이디어 전개 및 컨셉을 도출하였다. 컨셉을 바탕으로 2D 렌더링 작업 및 3D 모델링 작업, 그리고 목업제작 작업을 진행을 하였다. 또한 디자이너는 기획부터 설계 및 제작의 개발 전 과정에 참여하여 제품개발을 진행하고 개발내용을 검토하였으며 과정 중에서 발생하는 수정사항과 문제들에 대처하기 위한 수정·보완을 지속적으로 수행하였다.

- ECT 디자인 방향은 ECT가 가지고 있는 발판과 핸들바의 단순한 왕복운동을 통한 기능에 초점을 두고 제품의 형태에서도 간결하고 단순한 느낌을 가질 수 있도록 장식적인 요소를 배제하고자 하였다. 단순 기하형태의 반복을 통해 변화감과 통일감을 주었으며 기본 도형과 기본 선을 바탕으로 생성된 형태를 통하여 간결한 느낌을 주었다. 또한 단순한 형태에서 나올 수 있는 지루함을 없애기 위해 칼라 톤의 변화를 주었다.
- ECT 디자인 작업은 ECT의 형태에 영향을 줄 수 있는 구성요소를 크게 프레임과 부하장치 케이스 그리고 컨트롤 패널 3가지로 나누어 진행하였다.
- 프레임의 형태는 설계과정에서 결정되며, 기존의 파이프의 형태를 그대로 제품의 형태로 이어가는 경향을 가지고 있다. 이런 프레임의 노출은 뒤쪽의 부하장치 케이스에 비해 왜소한 느낌이 들며 기계장치적인 느낌을 주어 제품의 앞뒤 균형과 통일감을 결여 시킨다.
- 부하장치 케이스의 형태는 우선적으로 커다란 덩어리 느낌을 최소화하여 ECT의 앞뒤의 균형을 맞추는 데 목적을 두었으며 이를 위해 부피를 최소화하기 위한 형태를 컨셉으로 디자인을 진행하였다.
- ECT 컨트롤 패널은 사용자의 편의성 제고와 잘못된 디자인으로 인한 시간적/경제적 비용의 낭비를 막기 위하여 인간공학적 디자인을 고려하여 모든 표시장치는 위쪽으로 조종장치는 아래쪽을 배치하였으며, 조작하는 손이 특정한 표시장치의 판독을 간섭하지 않게 설계하였다. 그리고 조종장치와 표시장치가 함께 사용되는 경우에는 연관관계를 고려하여 배치하였으며 조종장치와 표시장치의 배열순서는 일반적으로 왼쪽에서 오른쪽, 위에서 아래로 배치하여 디자인하였다.



[그림 4-6] 최종 디자인 - 프레임 & 부하장치 케이스



[그림 4-7] 최종디자인 - 컨트롤패널

4-5 2차 샘플모델 제작

1차 샘플 모델에서 발생하였던 문제점을 해결하여 2차 샘플 모델을 제작하였다. 2차 샘플 모델은 1차 샘플에 비하여 파이프의 두께와 크기를 키웠으며 발판의 궤적의 상하 폭이 230mm로 설계하여 타 제품의 160~170mm보다 크게 제작하였다. 발판 및 핸들바의 궤적을 조절하기 위해 크랭크 길이(링크 B)를 5단계로 변화시킬 수 있게 설계하였다.

[표 4-3] 크랭크 길이의 변화에 따른 궤적 데이터

		궤적위치(mm)			핸들바 각도(deg)			발판각도 (deg)		
		Min	Max	Max-Min	Min	Max	Max-Min	Min	Max	Max-Min
1단	X	472	935	463	-14.5	24.7	39.2	-24.9	5.29	30.19
	Z	197	350	153						
2단	X	446	960	514	-16.5	27	43.5	-26.5	7.07	33.57
	Z	188	358	170						
3단	X	421	984	563	-18.6	29.5	48.1	-28.1	8.88	36.98
	Z	180	367	187						
4단	X	396	1010	614	-20.7	31.9	52.6	-29.7	10.7	40.4
	Z	171	376	205						
5단	X	370	1030	660	-22.8	34.4	57.2	-31.8	12.6	44.4
	Z	163	386	223						

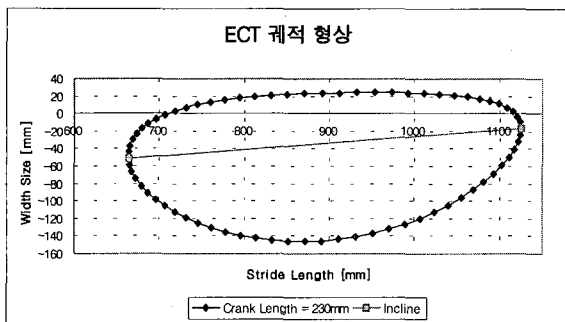
1단에서 5단으로 변하면서 보폭의 크기가 커지고 궤적의 움직임이 커짐에 따라 핸들바의 각도와 발판의 각도가 커짐을 알 수 있다. 위의 표에서 궤적변화에 따른 핸들바의 각도의 크기가 39.2도에서 57.2도까지 변화함을 알 수 있었다. 궤적의 위치 데이터를 이용하여 사용자의 운동범위의 데이터를 추출하여 최종모델 설계에 반영하였다.

4-6 최종모델

1차 2차 샘플의 문제점을 보완하여 최종 모델의 궤적을 결정하였다. 최종모델의 궤적데이터를 경쟁사 제품의 N사 NE3000과 T사 STEX 7020E와 비교하였다.

[표 4-4] 최종모델 궤적데이터

		ECT 결정안	N사	T사	비 고
Stride Length[mm]		510	460	460	1인은 460mm가 되고
Width Size[mm]		170	165	175	
Incline Angle[°]		4.3	4.1	1.1	
Handle Bar Angle[°]	전체	40.7	40.1	42.8	나머지 출력 값들은 변하게 됨.
	앞쪽	-31.5	-31.1	-19.5	
	뒤쪽	9.2	9.0	23.3	



[그림 4-8] 최종모델의 ECT 궤적 형상

1차·2차 샘플과 비교하였을 때 메인 프레임의 파이프를 변경하여 밴딩 변형을 없앴으며 계기판 및 핸들바 그리고 피벗점의 위치 및 발판의 궤적 및 각 크랭크의 길이 등을 확정하였다.

5. 결론

최근 들어 주목받고 있는 ECT는 상체운동 기능과 하체운동 기능의 결합을 통하여 개발된 기능중심의 제품으로 디자인 개발 및 운동 메카니즘 구현과 인간공학적 측면에 대한 고려가 아직 미흡한 실정이다. 최근 선진국의 라이프스타일이나 프리코사에서는 ECT의 큰 성장가능성 및 시장성을 인식하고 과학적인 분석을 토대로 디자인 및 메카니즘을 구현, 그리고 인간공학적 측면에 대한 연구를 진행하고 있다. 따라서 국내 운동기구개발 업체들에 있어 기존의 제품을 수입하여 판매하거나 외국 제품을 벤치마킹하여 생산하는 방식에서 벗어나 더욱 더 체계적이고 과학적인 기술개발 및 디자인 개발이 필요하게 되었다.

이에 디자인적 접근방법으로 헬스클럽 사용자들을 대상으로 설문조사와 인터뷰, 비디오에스노그래피 방법을 통하여 사용자들을 분석하였으며, 헬스클럽 방문 조사를 통하여 ECT의 사용 환경 분석하였다. 이를 통해 ECT 개발 요구조건을 추출하였으며 디자인 개발과정을 통하여 프로토타입을 제작하였다.

공학적인 접근방법으로 가상의 동적 모델을 제작하여 시뮬레이션하였으며 이를 통해 ECT의 운동 메카니즘을 분석하고 ECT의 운동특성을 분석하였다. 그리고 인체치수 동적측정방법을 사용하여 ECT 사용자의 운동범위를 분석하였고, 이를 통해 인간의 보행 조건과 비슷한 핸들바와 발판의 운동 궤적 데이터를 추출하였으며 프레임의 설계데이터를 추출하였다.

효율적인 디자인 방법과 디자이너와 엔지니어, 그리고 사용자의 팀워크를 통하여 ECT 운동기구를 개발함으로써 운동효율성의 증대라는 운동기구의 기능을 만족할 수 있으며, 사용자에게 운동특성에 맞는 운동효과를 제공할 수 있다. 또한 시장성 및 성장가능성이 큰 ECT의 국내 시장을 보호하고, 영세한 국내 운동기구 개발업체에 국내 개발기술 보유 및 국산화 실현, 그리고 ECT 시장점유율의 확대를 위한 첫걸음으로써 ECT 기술개발의 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

- 김기진, 21세기 유산소 운동의 과학화를 위한 연구과제와 발전 방안, 한국유산소운동과학회지 제1권, 제1호, 1997
- 김상우 외 1, 유산소 운동을 병행한 근력운동이 노인의 체력과 성호르몬에 미치는 영향, 한국체육학회지, 제41권, 제1호, 2002
- 김찬미 외 1, 헬스클럽의 물리적 환경이 재방문 및 구전 의도에 미치는 영향, 한국사회체육학회지, 제19호, 2003
- 박희연, 휴대폰 문자입력방식의 사용편의성 평가방법에 관한 연구, 한국기술교육대학교 대학원 디자인공학과 석사학위논문, 2004
- 배영익, 한국스포츠산업의 성장과정과 전망, 안동대학교 교육대학원 체육교육전공, 석사학위논문, 2001
- 배준원, 사용자 니즈 분석을 통한 제품디자인 컨셉 개발에 관한 연구, 서울공업대학교, 공업대학원, 공업디자인학과, 석사학위논문, 2002
- 송유훈, 사례고찰을 통한 사용자 중심 디자인 연구, 중앙대학교 예술대학원 디자인공예학과, 석사학위논문, 2001
- 신현봉, SLP를 활용한 사용자 인터페이스 구성요소의 레이아웃 디자인에 관한 연구, 한국기술교육대학교 대학원 디자인공학과 석사학위논문, 2005
- 오태영, 레저스포츠산업에 대한 잠재수요 동향, 중앙대학교 대학원 체육학과, 박사학위논문, 2004
- 이건표, 사용자 중심 디자인을 위한 컴퓨터의 응용에 관한 연구, 한국디자인학회, 봄학술대회 발표 논문집, 1998
- 정경렬 외 6, 사용자 중심의 ECT 신규개발을 위한 설계 최적화 지원 및 성능평가기술 응용 및 품질관리방안 도출, 생산기술연구원, 2005
- 정경렬 외 4, 유산소성 운동기구 로봇화를 위한 로봇요소기술 기반 구축, 한국생산기술연구원, 2005
- 정성태, 국민 건강을 위한 유산소 운동의 활성화, 한국유산소운동과학회지, 제2권, 제1호, 1998