

덤벨 이코노미 현상을 반영한 스마트 애슬레저 패션 개발 -상·하체의 각도별 근력운동을 중심으로-

김가연¹, 김윤희^{2*}

¹국민대학교 융합디자인테크놀로지학과 석사과정, ²국민대학교 융합디자인테크놀로지학과 조교수

Development of Smart Athleisure Fashion for Dumbbell Economy -Focused on the Analysis of Upper and Lower body muscle strength by angle-

Ga-Yeon Kim¹, Youn-Hee Kim^{2*}

¹Master's Course, Dept. of Convergence Design and Technology, Kookmin University

²Assistant Professor, Dept. of Convergence Design and Technology, Kookmin University

요약 최근 홈트레이닝에 대한 관심과 라이프스타일의 변화에 따른 헬스케어 분야의 시장이 확대되고 있으며, 덤벨이 코노미 현상을 반영한 고부가가치의 패션 상품들이 출시되고 있다. 이에, 본 연구의 목적은 시간과 장소에 상관없이 상·하체 근력운동을 원하는 운동 초보자를 위한 스마트폰 앱의 UI/UX 개발 및 덤벨 이코노미 현상에 활용 가능한 스마트 애슬레저 패션을 개발하는 것이다. 연구의 내용은 첫째, 상·하체의 각도별 근력운동 자세 고찰을 통해 운동 초보자를 위한 운동방법, 호흡법, 운동범위에 대한 요소를 추출하고 이를 바탕으로 근력운동 전문가를 대상으로 사용자 요구조사를 실시하여 연구의 필요성 검증으로 활용하였다. 둘째, 카운팅, 운동 자세, 운동 캘린더 기능의 3가지 콘텐츠로 구성된 스마트폰 앱 UI/UX 개발과 사용자 중심의 기술적·디자인적 측면에서 필요한 콘셉트와 특성을 분석하고 이를 바탕으로 탈·부착 커스터마이징 형태의 스마트 애슬레저 패션을 개발하였다.

주제어 : 덤벨 이코노미, 스마트 애슬레저 패션, 근력운동, 커스터마이징, UI/UX

Abstract Recently, interest in home training and changes in lifestyle are expanding the market in the healthcare field, and high value-added fashion products reflecting the dumbbell economy phenomenon are being released. This study had the following objectives: to investigate the possibility of developing a fashion item that can be applied to the dumbbell economy phenomenon; to develop the UI/UX of a smartphone application for beginners who wish to work out their upper and lower bodies regardless of time and space; and to create a wearable customized smart athleisure fashion device. First, the study identified factors related to exercise methods, breathing techniques, and range of exercises for beginners by investigating the postures of workouts of the upper and lower bodies by angles. Based on the results, the study collected empirical data through a user needs analysis from muscle strengthening exercise experts to verify the significance of the study and use as fundamental data. Second, the study developed the UI/UX of a smartphone application with three different contents: counting, suggesting exercise postures, and providing exercise calendars. Further, the study analyzed necessary user-centered concepts and characteristics in terms of design and technology and developed a wearable customized smart athleisure fashion device based on the results.

Key Words : Dumbbell economy, Smart athleisure fashion, Strength exercise, Customizing, UI/UX

*This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) Grant funded by the Korean (2015R1A5A7037615).

*본 논문은 석사학위 논문의 일부임.

*Corresponding Author : Youn-Hee Kim(shell62@kookmin.ac.kr)

Received January 12, 2021

Accepted March 20, 2021

Revised February 23, 2021

Published March 28, 2021

1. 서론

1.1 연구 배경 및 목적

최근 패션산업에서 트렌드로 부각되고 있는 애슬레저(athleisure)란 운동(athlete)과 여가(leisure)의 합성어로 운동복과 일상복의 경계가 없는 편하면서도 세련된 스타일의 패션을 의미한다[1]. 라이프스타일의 변화와 홈트레이닝(hometraining)을 하는 사람들이 증가함에 따라 스포츠 용품 및 헬스 애플리케이션(health application) 시장까지 최근 큰 성장률을 보이고 있다. 이러한 사회적·경제적 현상으로 인해 덤벨이코노미(dumbbell economy)라는 신조어가 탄생되었으며[2], 더불어 일상복과 운동복의 경계가 없는 애슬레저 패션산업이 트렌드로 부각되고 있다. 다수의 브랜드들에서 애슬레저 카테고리 상 품 물량을 확대하고 있으며[3], 스마트 패션 분야에서는 헬스케어 분야의 스마트 의류와 콘텐츠에 맞는 애플리케이션까지 함께 개발되고 있다. 이에 헬스케어 분야와 관련하여 스마트 패션으로 접근하는 새로운 니즈가 증가하고 있어 라이프스타일의 변화에 따른 스마트 애슬레저 패션의 고부가가치화가 예상되고 있다. 또한 덤벨 이코노미 현상의 사회적·경제적 현상과 관련해 시간과 장소에 관계없이 자유롭게 홈 트레이닝을 하는 사람들이 크게 증가하고 있고 헬스 어플리케이션 시장 또한 홈트레이닝의 영향으로 많은 UI(user interface)가 개발되고 있다. 다양한 헬스 콘텐츠 UI 개발로 개인 트레이너(trainer)가 옆에서 코치(coach)하는 값비싼 PT(personal training)대신 혼자서도 양질의 운동 프로그램을 따라 할 수 있는 플랫폼이 늘어나고 있다. 이들의 장점으로는 사용자가 시간과 장소에 구애를 받지 않고 UI를 통해 혼자서도 운동할 수 있다는 점이며, 단점으로는 옆에서 코치해주는 트레이너가 없이 사용자가 UI를 통해 운동을 보고 따라 했을 때, 해당 운동자세가 맞는지에 대한 정보가 필요하다는 점이다. 이러한 실시간 피드백 기능은 현재 플랫폼 기술로 개발되고 있는 애플리케이션 UI로는 해결이 되지 않으므로 웨어러블 기술을 적용한 실시간 코칭 피드백 시스템이 필요하다. 실시간 피드백은 사용자의 잘못된 운동자세로 인한 부상의 위험을 사전에 방지할 수 있고, 사용자 스스로 운동 자세를 고칠 수 있으며, 해당 운동 목표부위에 더 많은 자극이 가해질 수 있도록 도와줄 수 있다.

그러므로 본 연구의 목적은 시간과 장소에 제약없이 가벼운 상·하체 근력운동을 원하는 운동 초보자를 위하여 각도별 운동 자세에 대해 실시간 피드백을 제공해주

는 탈·부착형 스마트 애슬레저 패션 개발과 스마트폰 앱 UI/UX 개발을 목적으로 한다.

1.2 연구 방법 및 내용

본 연구는 덤벨 이코노미 현상에 따른 스마트 애슬레저 패션 개발의 가능성 및 상·하체의 각도별 근력운동 자세 분석을 위해 인터넷 자료 및 문헌고찰 등의 정보 수집 및 분석을 통해 근력운동 전문가를 대상으로 하는 설문조사를 진행하여 실증적 자료로 수집하였다.

연구 방법 및 내용으로는 첫째, 운동 초보자를 위한 상·하체의 각도별 근력운동 자세를 상체운동에서는 덤벨을 사용해 목표 부위의 상체 근력운동을 할 수 있도록 팔의 각도를 30°, 90°, 150°로, 하체는 90° 다리 각도를 유지해야 하는 운동 자세로 분류하여 운동방법, 호흡법, 운동범위에 대한 가이드라인을 도출하였다. 둘째, 2년 이상 근력운동을 지속적으로 하고 있는 남·여를 대상으로 설문 조사를 실시하여 앞서 도출된 내용을 바탕으로 운동 초보자에게 상·하체의 각도별 근력운동 시 스마트 애슬레저 패션과 스마트폰 앱 개발의 필요성에 대한 연구 검증과 결과를 실증적 자료로 활용하였다. 셋째, 스마트 애슬레저 패션과 연동되는 스마트폰 앱 UI/UX 개발을 통해 상·하체의 근력운동을 원하는 운동 초보자가 올바른 근력운동을 수행 및 관리할 수 있도록 설계하였다. 넷째, 인간친화성이 강화된 사용자 중심의 기술적·디자인적 측면에서 필요한 콘셉트와 특성을 도출하였다. 기술적 측면은 하드웨어 설계와 소프트웨어 설계로 나누어 진행하였으며 디자인적 측면은 모듈이 부착된 스마트 팔·다리 보호대를 탈·부착할 수 있으며 사용자의 T.P.O(time, place, occasion)에 따라 커스터마이징 가능한 스마트 애슬레저 패션을 개발하였다.

2. 설문 조사 내용 및 분석 결과

설문 조사의 목적은 상·하체 근력운동을 지속적으로 하는 경험자들의 의견을 바탕으로 운동 초보자를 위한 앱 UI/UX 개발 및 탈·부착형 팔·다리 보호대 형태의 스마트 애슬레저 패션 개발 의의 및 필요성에 대해 검증하기 위함이다.

본 연구에서는 고찰한 상·하체의 각도별 운동 자세의 선행 연구를 바탕으로 설문 문항을 설계하여 5점 리커트척도(likert scale)를 통해 2019년 11월 27일~12월 3일까지 1주일 동안 온라인 설문 조사를 실시하였다. 설

문 조사 기관은 국내 최대의 리서치 전문 패널을 보유하고 있으며, 패널관리를 통한 높은 반응률을 기반으로 하고 있는 종합리서치 기업인 마크로밀엠브레인(Macromillembrain)에서 온라인 조사를 통하여 실시하였다. 설문 대상은 헬스장에서 근력운동을 2년 이상 지속적으로 하는 20~30대의 성인 남·여 53명을 전문 패널로 선정하였다. 이는 1주일에 3회 이상 지속적으로 근력운동을 하고 있는 전문 패널을 대상으로 과거의 경험을 통해 운동 초보자의 근력 운동 시 도움을 줄 수 있는 사항들을 조사하고 본 연구의 필요성을 검증하기 위함이다. 성별은 남성이 25명(47%), 여성이 28명(53%)이며, 연령대는 만20~29세가 18명(34%), 만30~39세가 35명(66%) 이었으며, 회수율은 100%였다. 각 설문 문항은 총 14개의 문항으로 첫째, 탈·부착형 스마트 보호대 측면에서는 운동 자세에 대한 실시간 피드백의 필요성, 근력운동 시 팔·다리 보호대 착용 유무, 스마트 팔·다리 보호대의 일체형 또는 탈·부착형에 대한 필요성 검증 문항으로 구성하였다. 둘째, 스마트폰 어플리케이션 측면에서는 스마트폰 앱에서의 운동 정보 제공, 실시간 카운팅 정보 제공, 쉬는 시간 체크 알림, 운동 캘린더 기능, 운동부위 표시의 필요성 검증의 문항들로 구성되어 조사하였다.

2.1 탈·부착형 스마트 보호대의 측면

2.1.1 실시간 피드백

시간과 장소에 구애받지 않고 올바른 근력운동 자세를 하고 있는지에 대한 운동 자세에 대한 실시간 피드백의 필요성에 대한 문항에 '매우좋다(34%)', '좋다(51%)', '보통이다(13%)'로 '좋다' 이상이 85%로 높은 선호도를 나타내고 있다. 이를 통해 언제 어디서든 사용자가 근력운동을 하길 원할 때 스마트 애슬레저 패션과 전용 스마트폰 앱에서 운동 자세에 대한 실시간 피드백의 필요성이 있음을 검증하였다. 또한 팔·다리 보호대에서 실시간으로 근력운동 자세에 대한 LED와 진동 피드백을 받기 원하는지에 대한 문항은 '매우좋다(34%)', '좋다(43%)', '보통이다(17%)', '좋지않다(6%)'로 '좋다' 이상이 77%로 높은 선호도를 나타내고 있다. 이를 통해 근력운동 시 팔·다리 보호대를 통해 시각적, 촉각적 피드백이 실시간으로 전달되는 스마트 애슬레저 패션 개발의 필요성이 나타나고 있다.

2.1.2 팔·다리 보호대

근력운동 시 팔·다리 보호대 착용 유무에 대한 문항

중 관절 부상 예방과 무게 부담을 줄이기 위해 팔·다리 보호대 착용이 필요한지에 대한 문항은 '매우좋다(26%)', '좋다(53%)', '보통이다(19%)', '매우 좋지않다(2%)'로 '좋다' 이상이 79%로 높은 선호도를 나타내고 있다. 이를 통해 상·하체 근력운동 시 각도 체크의 기능뿐 만 아니라 사용자의 안전을 위한 팔·다리 보호대 개발이 필요하다.

2.1.3 탈·부착성

스마트 팔·다리 보호대의 일체형 또는 탈·부착형태에 대한 선호도 조사 문항에서는 '매우좋다(36%)', '좋다(45%)', '보통이다(17%)', '좋지않다(2%)'로 '좋다' 이상이 81%로 높은 선호도를 나타내고 있다. 이를 통해 의류에 부착된 일체형보다는 관리 및 사용성이 편리한 탈·부착 형태의 보호대 선호도가 높았다.

2.2 스마트폰 어플리케이션의 측면

2.2.1 실시간 운동 정보

운동 정보 제공에 대한 문항 중 운동방법, 호흡법, 운동범위를 알려주는 스마트폰 앱의 선호도에 대한 문항에 '매우좋다(38%)', '좋다(38%)', '보통이다(24%)'로 '좋다' 이상이 76%로 높은 선호도를 나타내고 있다. 이를 통해 사용자에게 앱에서 제공되는 운동방법, 호흡법, 운동범위와 같은 다양한 운동 정보 습득에 대한 필요성이 있음을 파악하였다. 또한, 운동횟수를 실시간으로 카운팅하여 알려주는 기능에 대한 선호도 조사 문항에서는 '매우좋다(45%)', '좋다(34%)', '보통이다(19%)', '좋지않다(2%)'로 '좋다' 이상이 79%로 높은 선호도를 나타내고 있다. 이를 통해 운동 정보의 실시간 관리를 위한 UI/UX의 개발이 요구되고 있다.

2.2.2 운동 휴식 시간 정보

각 세트가 끝날 때마다 쉬는 시간을 체크해서 피드백해주는 기능에 대한 필요성 검증 문항에서는 '매우좋다(42%)', '좋다(41%)', '보통이다(15%)', '좋지않다(2%)'로 '좋다' 이상이 83%로 높은 선호도를 나타내고 있다. 이를 통해 사용자가 설정한 운동 카운팅이 끝나면 앱을 통해 일정 시간 휴식 시간을 확보하게 함으로써 근력 성장이 활발히 이루어질 수 있고 또한, 다음 운동에 집중할 수 있도록 도와주는 시스템 설계이다.

2.2.3 운동 캘린더

운동 기록에 대한 결과를 캘린더에 자동업로드 해주

고 매일의 운동 결과 관리 기능에 대한 필요성 검증 문항에서는 ‘매우좋다(53%)’, ‘좋다(32%)’, ‘보통이다(15%)’로 ‘좋다’ 이상이 85%로 높은 선호도를 나타내고 있다. 이를 통해 사용자가 직접 운동했던 기록들을 적어가며 관리했던 기존의 헬스 앱이 아닌 보호대의 블루투스 통신을 통해 모든 운동 결과를 앱 내의 캘린더에 자동 저장시켜 쉽게 결과를 보고 관리하는 UI/UX 개발을 구현하고자 한다.

2.2.4 운동 부위 표시

스마트폰 앱에서 운동부위 표시에 대한 문항 중 상·하체 근력운동 시 운동부위를 빨간색으로 표시해주는 선호도 문항에서는 ‘매우좋다(51%)’, ‘좋다(28%)’, ‘보통이다(21%)’로 ‘좋다’ 이상이 79%로 높은 선호도를 나타내고 있다. 이를 통해 사용자가 앱에서 근력운동 선택 후 운동방법, 호흡법, 운동범위를 설명하는 글과 유튜브로 연결되는 영상뿐만 아니라 실제 자신의 신체 부위에서 어느 부위에 근력운동이 되는지에 대한 시각적 정보 전달의 필요성이 있음을 파악하였다.

설문 조사 분석 내용을 정리하면 다음과 같다.

탈·부착형 스마트 보호대의 필요성 검증 문항에서는 첫째, 시간과 장소에 상관없이 사용자에게 실시간으로 올바른 운동에 대한 피드백을 주길 원한다는 필요성을 검증하였다. 둘째, 근력운동 시 관절 부상 예방과 무게 부담을 줄이기 위해서 팔·다리 보호대 착용의 중요성이 대두됨을 파악하였다. 셋째, 근력운동 시 스마트 팔·다리 보호대 내에서 실시간으로 시각적, 촉각적 피드백의 전달을 위해 제작 시 고려하였다. 넷째, 스마트 팔·다리 보호대가 의류에 부착된 일체형보다는 탈·부착형의 형태를 선호하기에 탈·부착형 디자인 설계를 시도하였다. 스마트폰 어플리케이션의 필요성 검증 문항에서는 첫째, 팔·다리 근력운동 시 사용자에게 운동방법, 호흡법, 운동범위, 운동 횟수에 대한 정보 제공이 필요함을 파악하였다. 둘째, 팔·다리 근력운동 시 사용자에게 세트가 끝날 때마다 휴식 시간을 알려줌으로써 운동을 극대화할 수 있다. 셋째, 운동 결과를 자동업로드 해주고, 매일의 운동 결과 관리가 가능한 캘린더 UI/UX 개발이 필요하다. 넷째, 운동이 되는 부위를 빨간색으로 표시하여 직관적인 피드백이 가능함을 파악하였다. 이는 글과 유튜브로 연결되는 영상뿐만 아니라 실제 자신의 신체 부위에서 어느 부위에 근력운동이 되는지에 대한 시각적 정보 전달의 필요성이 있음을 파악하였다.

위의 설문 조사 분석 내용을 바탕으로 상·하체 근력

운동 시 사용자에게 필요한 스마트 애슬레저 패션의 기능과 디자인, 전용 스마트폰 앱 UI/UX 개발 시 필요한 콘텐츠에 대한 가이드라인을 도출하였고 이를 정리하면 Table 1과 같다.

Table 1. Survey analysis results and guidelines

Element	Necessary elements	Evaluation contents	Very good ~ good	Average	Not good ~ Not very good	Guideline
Detachable smart guard	Exercise posture	Real-time feedback on correct exercise posture	85%	13%	2%	Real-time notification of exercise posture(arm /leg protector)
	Real-time feedback	Visual and tactile real-time feedback on the exercise posture in the smart arm and leg guard	77%	17%	6%	Real-time notification of exercise posture with LED and vibration (arm and leg protector)
	Wear protector	Whether to wear arm and leg protectors during strength training	79%	19%	2%	Importance of wearing a protector (arm and leg protector)
	Detachability	Prefers detachable smart arm and leg protectors	81%	17%	2%	Detachable/attachable (arm/leg protector)
Smartphone application	Information	Exercise method, breathing method, range of motion notification app	76%	24%	0%	Provide exercise information (App)
	Counting	Exercise count real-time counting notification smartphone app	79%	19%	2%	Real-time counting notification (App)
	Break time information	Smartphone app that checks the break time	83%	15%	2%	Off Time Notification (App)
	Calendar	Smartphone app calendar that can manage exercise results	85%	15%	0%	Exercise result calendar management (App)
	Exercise area	Exercise area notification smartphone app	79%	21%	0%	Exercise area notification (App)

3. 상·하체의 각도별 근력운동을 위한 스마트 애슬레저 패션 개발

3.1 기능적 측면

3.1.1 시스템 설계 및 사용 시나리오

잘못된 자세로 인한 부상 없이 근력운동을 정확한 자세로 배우고 싶어하는 운동 초보자들을 위한 시나리오이며 보다 쉽고 정확하게 운동할 수 있도록 상체운동과 하체운동의 근력운동자세를 각도별로 구분하였다.

근력운동 시 각도별 가동범위에 따른 근육의 자극점과 목표부위(최대수축지점)가 다르기 때문에 휩센서(flex sensor)를 사용해 상체운동에서 팔의 각도로 30°, 90°, 150° 각도의 저항값과 하체운동에서 다리의 각도로 90° 각도의 저항값을 측정하였다.

휩센서는 구부림 센서, 굽힘 센서, 밴딩 센서 등으로도 사용되며 휘어짐에 따라 변하는 저항값을 사용해 휘어진 정도를 측정한다. 센서의 한쪽 면에 전도성 입자가 들어있는 폴리머 잉크가 프린트되어 있으며, 센서가 휘어지게 되면 잉크의 입자들이 서로 떨어지게 되어서 저항값을 증가시키게 되는 원리이다[4]. 따라서 많이 휘어질수록 저항값이 커지게 되므로 이러한 원리를 활용하여 근력운동 시 각도별 가동범위에 따른 근육의 자극점과 목표부위(최대수축지점)를 컨트롤하기 위해 휩센서를 활용해 하드웨어를 설계하였다. 또한, 스마트 팔·다리 보호대 시스템 구현을 위해서 휩센서, 진동 보드, LED, 아두이노 MCU, 블루투스 모듈, 3.7V 리튬폴리머 배터리를 사용하였다. 이 중 3가지 각도에 따른 시각적 피드백을 위해 화이트, 옐로우, 그린 3가지 컬러의 LED를 사용했으며, 각 세트가 끝나면 쉬는 시간을 촉각적 피드백으로 알려주기 위해 진동 보드(vibration board)를 사용하였다. 또한, 보호대 안에 컴팩트하게 모듈과 센서를 내장할 수 있는 작은 충전식 리튬폴리머 배터리(lithium polymer battery)를 사용해 시스템 설계를 하였다.

사용 시나리오는 첫째, 스마트폰 앱에서 제공하는 UI/UX에서 운동방법에 대한 정보는 글과 유튜브 영상으로 설명해주며 더 효과적인 운동을 위해서 운동 중 호흡법을 제시하였다. 운동부위는 각도별 운동 이미지에 각각 빨간색 표시를 해 시각적으로 인지할 수 있게 했고, 운동범위는 해당 운동을 할 경우 전체적으로 신체에 도움이 되는 효과에 대한 정보를 제공하고 있다. 또한 운동했던 기록들이 운동 캘린더에 항상 자동 업로드되어 사용자가 동기부여 및 반성을 통해 스스로 계속해서

발전된 근력운동을 할 수 있도록 아이디어를 도출하였다. 둘째, 스마트 팔·다리 보호대는 운동 초보자가 스마트폰 앱을 통해 다양한 근력운동 정보를 학습하고 그대로 실행에 옮겼을 때, 실시간으로 상·하체 각도를 체크해 LED로 시각적 피드백을 전달한다. 상체운동에서 팔 각도로는 30°, 90° 150°가 있으며 30° 각도일 때는 화이트 LED가 켜지고, 90° 각도일 때는 화이트와 옐로우 LED가 켜진다. 150° 각도일 때는 화이트, 옐로우, 그린 LED가 모두 켜지게 된다. 처음 LED가 켜지는 각도가 해당 각도임을 인지하고 근력운동을 하는 시스템이다. 3가지 각도별로 LED 컬러를 다르게 설정해 사용자에게 직관적으로 실시간 운동 상황에 대한 시각적 피드백을 실시간으로 제공하였다. 하체운동에서 다리 각도로는 90°가 있고, 90°를 측정할 때는 30°를 지나쳐 가기에 화이트와 옐로우 LED가 켜지도록 설계하였다. 총 3세트의 운동 중 설정한 세트에 맞는 운동 카운팅이 끝나면 쉬는 시간을 알리는 진동 보드가 울려 촉각적 피드백 또한 전달된다. 셋째, 운동 효과 증진을 위한 사용성 및 착용성을 위해 전선 대신 PCF(printed circuit fabric) 웰딩 기법, 스냅 인터커넥팅 인터페이스를 활용한 탈·부착형 애슬레저 스마트 보호대 개발을 하였다. 또한, 스마트 팔·다리 보호대 안쪽에는 팔·다리의 구부리지는 운동 자세와 센서의 안전성을 위해 실리콘 형태로 케이스를 성형한 후 휩센서를 내장하여 형태를 유지할 수 있도록 설계하였다. 스마트 팔·다리 보호대 각도에 따른 저항값과 LED 및 진동 보드를 통한 실시간 피드백 시스템은 다음 Table 2와 같다.

Table 2. System implementation

Arm 30° angle		Arm 90° angle		Arm 150° angle		Leg 90° angle	
value	750(sens orValue(<=790	value	790(sens orValue(<=820	value	850(sens orValue(<=870	value	735(sens orValue(<=750
LED	White LED ON	LED	White, Yellow LED ON	LED	White, Yellow, Green LED ON	LED	White, Yellow LED ON
vibration	Vibration during break at the end of each set	vibrati on	Vibration during break at the end of each set	vibrati on	Vibration during break at the end of each set	vibrati on	Vibration during break at the end of each set
							



3.1.2 스마트폰 앱의 UI/UX 개발

설문 조사 응답을 토대로 운동 초보자에게 상·하체 근력운동을 위한 올바른 운동자세, 호흡법, 운동범위, 운동부위에 대한 가이드를 제공하는 스마트폰 앱의 UI/UX를 개발했으며, 카운팅, 운동 자세, 운동 캘린더 3가지 기능의 콘텐츠로 구성하였다.

가. 상·하체운동 카운팅 기능

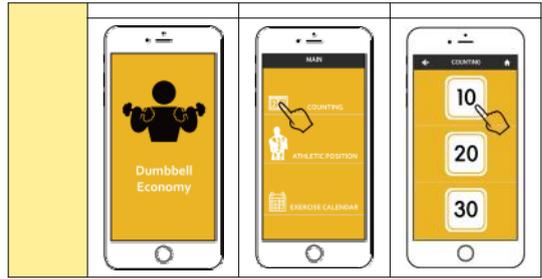
상체운동 카운팅은 사용자가 원하는 운동 난이도를 선택할 수 있도록 10회, 20회, 30회 3가지 메뉴로 개발하였다. 그 이유로는 상체운동 시 덤벨의 무게가 고중량이라면 10회를 선택해서 고중량 저반복의 근력운동을 할 수 있다. 또한 덤벨의 무게가 중중량이라면 20회를 선택해 중중량 중반복의 근력운동을 할 수 있으며, 덤벨의 무게가 저중량이라면 30회를 선택해 저중량 고반복의 근력운동을 할 수 있도록 설계하였다. 이는 운동 초보자가 원하는 덤벨의 중량에 맞춰 부상이 발생하지 않도록 스스로 난이도를 설정할 수 있는 시스템으로 설계하였다.

하체운동 카운팅은 사용자의 하체 근력 레벨에 맞게 10회, 20회, 30회 3가지 메뉴 중 선택이 가능하다. 그 이유로는 10회 카운팅 설정 시에는 쉬운 난이도이고, 20회 카운팅 설정 시에는 중간 난이도이며, 30회 카운팅 설정 시에는 힘든 난이도의 하체운동을 할 수 있도록 시스템을 설계했기 때문이다.

상·하체운동 카운팅을 설정하는 방법은 다음 Table 3과 같다.

Table 3. App screen for exercise counting

	STEP.1	STEP.2	STEP.3
application screen	start screen	select counting	select number of exercises



나. 상·하체운동 자세 기능

상체에서 덤벨과 같은 소도구를 통한 손목, 주관절 그리고 어깨관절은 다양한 가동범위를 갖고 있기 때문에 재활 운동 시 가동범위 증진과 근력강화운동에 따른 효과들은 다양하게 증명되어 있다[5]. 그러나 덤벨 운동은 1~2kg 내외의 덤벨을 이용하여 12~13종류의 동작을 반복하는 운동프로그램[6] 이므로 팔목 부상에 노출될 수도 있다. 그러므로 운동을 하는 동안 주의 집중해야 하고 운동이 끝날 때까지 지속적인 긴장을 유지하는 것도 중요하다.

덤벨을 이용한 상·하체의 근력운동은 근육의 이완과 수축을 반복적으로 수행하는 근수축 형태에 따라 등척성(isometric), 등장성(isotonic), 등속성(isokinetic) 수축으로 구분된다. 특히 등장성 수축(isotonic contraction)은 관절 각도와 전체 근육의 길이가 변하면서 장력이 발생하는 수축을 말하며 동적 수축(dynamic contraction)이라고도 한다. 등장성 근수축은 운동범위 내에서 무게 저항에 따라 근육의 길이와 관절의 각도가 변화하며 근육군의 수축방법에 따라서는 크게 단축성(concentric)과 신장성(eccentric) 수축으로 구분된다. 단축성 수축은 근육의 길이가 짧아지면서 장력을 발생시키는 수축을 말하며, 신장성 수축은 근육이 길어지면서 장력이 발생하는 수축을 말한다[7]. 등속성 근수축(isokinetic contraction)은 근수축 속도가 일정하고, 전체동작 범위에서 최대로 발휘한 힘이 저항으로 작용하므로 어떠한 관절각도에서도 최대 부하량이 유지될 수 있다[8]. 등속성 근수축을 이용한 등속성 운동은 전 운동 범위에 걸쳐 근력이 발휘할 수 있는 최대 근력의 부하를 제공하며 등속성운동은 관절 운동의 각속도로 근기능 증진과 근수행능력을 측정하는데 객관적으로 평가할 수 있는데, 근력 측정시 60-90°/초, 근지구력 측정은 240-300°/초로 설정하여 측정한다[9]. 등속성 운동 시 신장성 수축과 단축성 수축 간 최대근력을 비교하였을 때 모든 각속도에서 신장성 수축이 단축성 수축보다 높은 최대 힘 효율이 있는 것으로 연구 결과가 나타나고 있다[10].

본 연구에서는 홈트레이닝 환경에서 근수축의 상·하체 근력운동 시 올바른 자세의 정보가 필요한 운동 초보자들이 사용 대상이다. 근력운동을 위하여 상체운동과 하체운동의 근력운동자세를 각도별로 구분했으며, 구분한 이유는 최대근력 및 최대근력 발현각도는 일정 기간 동안 특정 각도에서 등척성 운동을 실시한다면 최대 근력의 증가뿐만 아니라 운동범위로의 최대근력 발현각도의 변화가 가능하기 때문이다[11]. 상·하체 각도별 근력운동 시 다양한 운동 종류에 따라 운동방법과 호흡법, 운동범위는 상이하다. 그러므로 각 운동별로 어떻게 운동자세를 잡고 유지하는지, 어느 타이밍에 숨을 내쉬고 들이쉬어야 하는지, 신체의 어떤 부위의 근육에 운동이 되는지를 숙지하고 이해하면서 운동을 해야 사전에 부상방지를 예방되고 정확한 자세로 더 효과적인 운동효과를 낼 수 있다.

상체운동에서는 덤벨을 사용해 목표 부위의 상체 근력운동을 할 수 있도록 팔의 각도를 Fig. 1과 같이 30°, 90°, 150°로 나누어 총 16개로 분석하였다. 스마트폰 앱 화면 내에서 보이는 30° 각도를 유지해야 하는 상체운동 자세로는 프론트 레이즈 A(front raise A), 프론트 레이즈 B(front raise B), 옆을 향하는 자세의 사이드 레터럴 레이즈(side lateral raise), 리버스 플라이(reverse fly)로 총 4개로 분류하고 개발하였다[12]. 팔의 각도를 30°로 정한 이유는 팔이 구부러지는 부분의 관절을 보호하면서 해야하는 운동 자세이기 때문이다. 90° 팔 각도를 유지해야 하는 운동 자세로는 앞을 향하는 자세의 업라이트 원암 솔더 로테이션(upright one arm shoulder rotation), 옆을 향하는 자세의 솔더 프레스(shoulder press), 벤트 오버 로우(bent over low), 뒤를 향하는 자세의 킥 백(kick back), 오버헤드 트라이셉스 익스텐션(overhead triceps extension)로 총 5개가 있다. 팔의 각도를 90°로 정한 이유는 팔꿈치 관절의 각도가 90° 각도로 고립이 되어야 해당 운동에 따른 근육에 저항이 가해져 운동 효과가 증진되기 때문이다. 150° 팔 각도를 유지해야 하는 운동 자세로는 앞을 향하는 자세의 덤벨컬 A(dumbbell curl A), 덤벨컬 B(dumbbell curl B), 컨센트레이션 컬(concentration curl), 업라이트 로우(upright low), 아놀드 프레스(arnold press), 옆을 향하는 자세의 스탠딩 바이셉스 해머 컬(standing biceps hammer curl), 스탠딩 이너 바이셉스 컬(standing inner biceps curl)로 총 7개가 있다[13]. 팔의 각도를 150°로 정한 이유는 팔에 힘을 줘서 끝까지 덤벨을 들어 올려 팔이 굽혀진 상태를 의미

하며, 이때 근육에 자극이 더욱 가해지기 때문이다. 상체운동 자세는 30°, 90°, 150°의 팔 각도를 유지해야 하는 근력운동 자세 중 선택이 가능하다. 사용자가 원하는 자세의 운동을 선택하면 운동부위를 빨간색으로 표시한 이미지가 보이고, 아래 메뉴에는 운동방법과 호흡법, 운동 범위가 설명되어 있다. 이를 인지하고 운동 이미지를 선택하면 해당 운동 자세를 자세히 설명해주는 유튜브 영상으로 연결이 되며, 이를 통해 한 번 더 운동 자세를 숙지할 수 있게 된다.

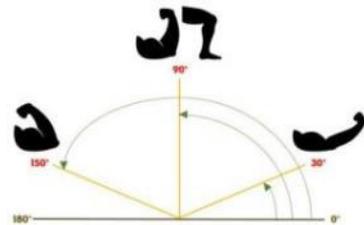


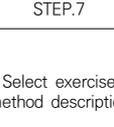
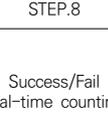
Fig. 1. Range of exercise posture by angle of upper and lower body

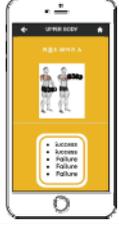
다음 단계로 실제 팔·다리 운동을 시작하게 되면 실시간으로 운동 자세에 대해 완벽한지 아닌지를 스마트폰 앱을 통해 피드백이 전달된다. 운동 자세가 완벽하면 success라는 메시지가 뜨고, 아니면 failure이라는 메시지가 뜬다. 설정해둔 카운팅의 한 세트가 종료될 때마다 휴식 시간을 알려줘 사용자가 옆에서 개인 트레이너의 코치를 받는 느낌이 들도록 개발하였다. 최종적으로는 3세트의 운동이 완벽했을 시 빨간색 V표시가 나오며, 완벽하지 못했을 때는 회색 세모 표시가 나오도록 기획하였다.

하체운동에서는 헬스장의 기구 없이도 사용자가 효과적으로 다양한 목표부위의 하체 근력운동을 할 수 있도록 90° 다리 각도를 유지해야 하는 운동 자세를 분석하였다. 90° 각도만을 하체운동 자세로 선택한 이유는 무릎관절 굽힘 각도 45°, 60°, 90° 중 하체 근력 강화를 위해서 무릎관절이 90°로 굽힘 된 자세가 가장 효과적이라는 검증 결과와 무릎관절의 각도가 90°보다 더 커지게 되면 부상위험이 있기 때문이다[14]. 스마트폰 앱 화면 내에서 보이는 90° 각도의 하체운동 자세로는 앞을 향하는 자세의 스쿼트(squat), 점프 스쿼트(jump squat), 런지(lunge), 옆을 향하는 자세의 와이드 스쿼트(wide squat), 사이드 런지(side lunge), 리치 온 토 스쿼트(reach on toe squat)로 총 6개의 하체운동이 있다[15]. 하체운동 자세는 90°의 다리 각도를 유지해야

하는 근력운동 자세가 선택 가능하다. 스마트 다리 보호대와 스마트폰 앱을 블루투스로 연결하며, 하체운동 자세 역시 상체운동 자세와 같은 시스템으로 설계하였다. 상·하체운동 자세를 선택하여 운동방법을 숙지하고 실제 운동을 시행하는 앱 단계는 Table 4와 같다.

Table 4. body exercise posture app screen

application screen	STEP.1	STEP.2
	Exercise attitude selection	Smart arm guard to UI bluetooth
		
	STEP.3	STEP.4
	Select body movement from three angles(30°, 90°, 150°)	Select user desired 30° body movement
		
	STEP.5	STEP.6
	Describe the exercise area, method, range, and breathing method	Automatically connect exercise coaching videos with youtube
		
STEP.7	STEP.8	
Select exercise method description	Success/Fail real-time counting	
		

	
STEP.9	STEP.10
Reminds of rest Time with vibration board after set completion	Triangle completed If 3 sets are not successful in the correct position screen
	

다. 상·하체운동 캘린더 기능

운동 캘린더는 사용자가 어떤 운동을 했는지에 대한 모든 날짜의 데이터를 자동 저장하고 있다. 사용자가 특정 일자의 운동 기록을 확인하고자 할 때, 해당 년, 월, 일을 설정하면 운동 기록들이 확인 가능하다. 사용자가 선택했던 운동 중 올바른 자세로 3세트까지 완료된 운동은 upper body에서 운동명칭 옆에 빨간색으로 V표시가 되며, 올바르지 못한 자세 또는 중도 포기 했을 때 회색으로 세모 표시가 된다. 이를 통해 운동 캘린더를 보면서 사용자 스스로 동기부여 혹은 반성을 하며 계속해서 발전할 수 있도록 UI/UX를 개발하였다.

하체운동 캘린더는 상체운동 캘린더와 같은 시스템으로 설계되었고, 모든 운동 기록 결과는 lower body에 기록된다. 상·하체운동 캘린더를 선택해 운동 기록을 보는 방법은 Table 5와 같다.

Table 5. Body exercise calendar app screen

application screen	STEP.1	STEP.2	STEP.3
	Exercise calendar selection	Select the year, month, and date you want	Automaticuploading of exercise posture with perfect /incomplete display
			

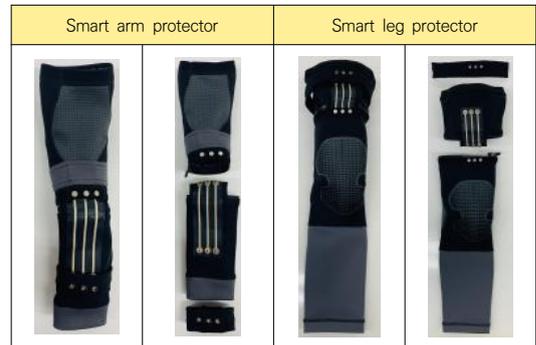
3.2 디자인적 측면

디자인적 측면의 목표로는 사용자가 근력운동 시 실시간으로 시각적, 촉각적으로 알림을 받을 수 있는 기능의 스마트 팔·다리 보호대와 이를 활용한 스마트 애슬레저 시제품을 개발하는 것이다. 근력운동 시 각도별 가동 범위에 따른 근육의 자극점과 목표부위(최대수축지점)가 다르기 때문에 이를 측정하는 휩센서가 신체의 관절 부위에 밀착되어야 한다. 하드웨어의 사이즈를 최소화시켜 보호대 안쪽에 내장시켰으며, 휩센서가 쉽게 빠지거나 움직이지 않으며, 접었다 폈다를 반복해도 원래 상태로 회복될 수 있도록 포켓 안에 실리콘을 삽입하고 그 안에 휩센서를 내장시켰다. 팔 보호대에서는 팔꿈치, 다리 보호대에서는 무릎 정중앙에 휩센서를 완전히 밀착시켜야 하기 때문에 신체에 딱 맞는 보호대 형태의 디자인을 선택하였다. 그러나 다양한 센서들을 연결하는 전선이 스마트 팔·다리 보호대 안쪽에 위치한다면 실제 사용자가 이를 착용하고 근력운동 시 보드와 연결된 전선의 솔더링(soldering)이 끊어질 수 있으며, 스트레치성이 없는 전선으로 인해 운동 자세를 취하는데 불편함이 발생하게 된다. 이를 보완하기 위해 PCF, 패스너 인터커넥팅(fastener interconnecting), 탈·부착성, 커스터마이징 디자인이라는 4가지 디자인적 측면의 전략을 통해 개발하였다.

첫째, 전선을 대신할 수 있는 역할의 전자 회로 프린팅 방법인 PCF 기법을 사용하였다. FPCB(flexible printed circuit board)란 일반적으로 얇고 자유로운 굴곡성 및 유연성, 내열성, 내열성, 경량성의 우수한 특성을 가지고 있어서 전자 회로에 널리 사용되고 있으며, 친환경적이고 원가 절감이 되며 미세한 패턴 구현이 가능한 것이 장점이지만 반복적 굴곡 및 진동에 의한 부품 탈착, 급격한 온도 변화에 따른 패턴의 탈착 및 크랙, 고온고습에 의한 패턴 박리 및 단선, 염수에 의한 산화 및 변색 등의 문제를 갖고 있다[16]. 이러한 문제를 해결하고 스마트 애슬레저 패션의 스마트 팔·다리 보호대 착용 시 신체에 밀착되는 소재와 디자인이므로 전선으로 인한 이물감과 불편함을 최소화하기 위해 PU(polyurethane) 위에 컨덕티브 실버페이스트(conductive silverpaste)를 사용해 실크스크린 작업 후, 승화전사 열프레스기 머신을 사용해 원단 위에 직접 웰딩(welding)을 하는 공정으로 진행하였다. 그 결과 전도성 물질의 크랙 및 내구성이 개선된 PCF를 개발하였다. 스마트 팔·다리 보호대에 포함되는 PCF는 직물기반 회로를 프린팅하는 방법으로써 각 개인의 취향에 맞도록 실크스크린 인쇄가

가능해 커스터마이징(customizing) 디자인이 가능하다. 둘째, 모듈의 탈부착성을 위해 패스너 인터커넥팅 인터페이스를 적용하였으며, 이는 착용과 보관의 용이성, 상황과 목적에 따라 스냅과 방수 오픈 지퍼로 탈·부착 가능한 디자인으로 도출했으며, 각각의 모듈은 스냅 인터커넥팅으로 연결되도록 설계하였다. 셋째, 탈부착성은 PCF 웰딩하는 기법과 패스너 인터커넥팅하는 기법을 실제 기능이 있는 스마트 팔·다리 보호대에 적용하였다. 사용자의 신체와 밀착되는 디자인이기 때문에 보드와 블루투스, 배터리, 휩센서, 진동 보드, LED를 연결하는 전선 부분을 최소화하기 위해 기능성 패브릭 형태인 PCF를 사용하였다. 스마트 팔·다리 보호대가 의류에 부착된 일체형이 아닌 패스너 인터커넥팅을 통해 각각의 모듈별로 탈·부착이 가능하기 때문에 사용자가 보다 쉽게 착용하고 보관할 수 있도록 시스템과 디자인 설계를 하였다. 스마트 팔·다리 보호대를 탈·부착하는 방법은 Table 6과 같다.

Table 6. Attaching and detaching modules



넷째, 커스터마이징 디자인 전략은 스마트 애슬레저 패션에 적용된 상의 밑단의 3가지 커스터마이징을 통해 일상복과 운동복으로 취향별 맞춤형 변형이 가능하도록 디자인하였다. 커스터마이징이란 생산업체나 수공업자들이 고객의 요구에 따라 제품을 만들어주는 일종의 맞춤형 제작 서비스를 말하는 것으로 '주문 제작하다'라는 뜻으로 정의되며[17], 최근에는 IT산업의 발전으로 개발된 솔루션이나 기타 서비스를 소비자의 요구에 따라 원하는 형태로 재구성·재설계하여 판매하는 것으로 그 의미가 확장되었다[18].

본 논문에서 개발한 스마트 애슬레저 패션은 하드웨어와 소프트웨어가 포함된 기능이 있는 2세대 커스터마이징에 해당되는 스마트 패션이다. PCF 웰딩 기법과 패

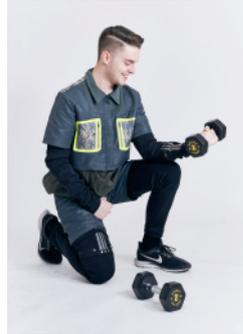
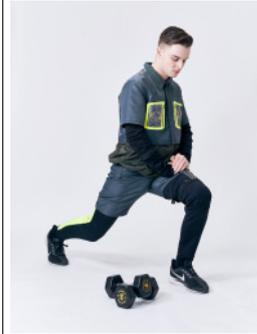
스너 인터커넥팅 기법을 사용해 만든 스마트 팔·다리 보호대는 탈·부착 가능한 각각의 모듈이기 때문에 사용자의 취향에 맞게 다양한 PCF 커스터마이징 실크스크린 프린팅이 가능하다. 또한, 스마트 팔·다리 보호대 외에도 일상복과 운동복 둘 다 가능한 애슬레저 콘셉트의 패션이기 때문에 사용자가 자신의 취향에 맞게 상의 밑단을 수트, 코트, 운동복 3가지 형태로 변형시키며 디자인적 재미를 느낄 수 있도록 커스터마이징 디자인으로 설계하였다. 스마트 애슬레저 패션의 상의 밑단 커스터마이징 디자인은 Table 7과 같다.

Table 7. Customized design type

TYPE. 1	TYPE. 2	TYPE. 3
		

스마트 애슬레저 패션은 일상복과 운동복의 경계를 자연스럽게 넘나드는 패션이기에 상의 밑단을 탈·부착 오픈지퍼로 연결해 수트, 코트, 운동복 형태로 사용자의 취향에 맞는 커스터마이징을 할 수 있도록 설계하였다. 스마트 팔·다리 보호대에 사용된 웰딩 기법을 의상에서도 연결성 있게 표현하기 위해 상의 가슴부분에 심실링(seam sealing) 무봉제 웰딩으로 애슬레저 느낌이 나도록 포켓 디자인을 하였다. 하의는 운동 시에도 편안한 착용감이 유지되어야 하므로 허리 부분을 밴드 형태로 하고 사이즈 조절이 가능하도록 안쪽에 끈을 부착하였다. 스마트 팔·다리 보호대는 설문 조사 응답에 따라 의상에 일체형으로 붙어있는 형태가 아닌 단독으로 탈·부착이 가능하도록 디자인 및 설계하였다. PCF 웰딩이 된 부분과 스냅 인터커넥팅을 통해 연결된 보드와 블루투스, 배터리, 칩센서, 진동 보드가 있는 부분, LED가 있는 포켓 부분은 신체에 밀착되는 형태이기 때문에 전선 사용을 최소화하였다. 또한 사용자가 쉽게 착용하고 보관할 수 있도록 시스템과 디자인 설계를 하였으며 최종 결과물의 작품 이미지는 Table 8과 같다.

Table 8. Smart Athleisure Fashion

Upper body arm exercise posture	Lower body leg exercise posture
	
Back	Detail
	

4. 결론 및 제언

직업 활동과 일상생활에서 쉽게 발생할 수 있는 근골격계 질환을 예방하기 위해서는 간단한 근력운동과 스트레칭의 필요성이 요구되고 있으며 이와 관련된 덤벨 이코노미 현상에 따른 경제적 효과도 증가하고 있다. 패션산업에서도 이러한 현상에 따라 편안하면서도 세련된 느낌의 일상복과 운동복으로 활용 가능한 애슬레저 패션이 트렌드로 부각되고 있다. 운동과 건강관리에 관심이 증가하고 있는 현상을 경제 용어로 덤벨 이코노미 현상이라고 하며 헬스케어 스마트 의류 분야에서는 기능성이 있는 운동복의 스마트 패션 아이템을 출시하고 있다. 이에 본 연구의 목적은 덤벨 이코노미 현상에 따른 스마트 애슬레저 패션 제품의 개발 방향을 모색하고 운동 초보자를 대상으로 시간과 장소에 관계없이 올바른 자세로 상·하체 각도별 근력운동을 할 수 있는 생활밀착형 스마트 애슬레저 패션과 근력운동에 관련된 실시간 피드백을 주기 위한 UI/UX를 개발하는 데에 연구의 목적이 있으며, 결과는 다음과 같다.

첫째, 홈트레이닝의 관심이 증가하고 있는 시점에서

생활밀착형 시스템의 개인 플랫폼 형태인 애플리케이션 UI 개발을 통해서 상·하체의 각도별 근력운동 자세에 대한 실시간 정보 제공 및 피드백이 가능한 스마트 패션을 제시하였다. 이를 통해 운동 초보자 스스로 자신의 근력 레벨에 맞게 설정 가능하며 운동 자세를 숙지하고 스스로 동기부여가 되도록 설계하였다. 둘째, PCF 웨딩 기술이 적용된 직물형 전자회로 기반의 상·하체 보호대와 사용자의 상황과 목적에 따라 탈·부착 가능한 모듈형 커스터마이징 스마트 애슬레저 패션을 개발하여 인간친화성이 강화된 웨어러블 기술 방향을 제시하였다. 셋째, 스마트폰 앱을 제작하여 운동초보자의 근력 레벨에 맞도록 카운팅 기능, 운동자세 습득, 운동 기록 자동 저장 및 관리되는 캘린더 기능을 통해 안전하게 혼자서도 효과적인 운동이 가능하도록 설계하였다. 넷째, 기능적·디자인적 모듈형 커스터마이징 스마트 패션을 구현하여 기존에 앱의 형태로만 출시된 제품과의 차별성을 주었고 커스터마이징 스마트 패션의 새로운 비즈니스 모델 및 플랫폼을 제안하였다.

본 논문은 단순히 착용하는 의류를 넘어 사용자 스스로 관련 기능을 활용 및 제어하며 개인의 취향과 다양한 상황, 목적에 맞도록 커스터마이징 가능한 시스템을 개발하였다는 점에 연구 의의가 있다. 특히 ICT (information and communications technology) 융합기술을 적용한 헬스케어 분야의 스마트 패션 시장이 성장 및 확대되어가고 있지만 패션산업에서 새로운 신산업 창출의 가능성이 있는 스마트 애슬레저 패션에 관련된 선행 연구가 없으므로 본 논문의 의의가 있다.

추후에 헬스케어 분야뿐만 아니라 의료 분야에서도 활용 가능한 직물형 센서 개발을 통해 관절 부위의 재활 치료가 필요한 환자들에게 적합한 연구 및 제품을 개발하고자 한다. 또한 후속연구에서는 애플리케이션 및 보호대의 사용성 및 착용성 평가를 통하여 상·하체 각도별 근력운동을 위한 센서의 성능과 신뢰성을 확보하고, 적합한 센서의 형태와 부착 위치에 대한 추가 연구의 필요성이 있다.

REFERENCES

- [1] K. Y. Lee. (2018). A study on athleisure look in current fashion. *Journal of the Korean Society of Design Culture*, 24(1), 443-453.
- [2] S. J. Eun & K. Y. K. (2019). Physical activity and related factors to prevent musculoskeletal disorders in blue-collar workers. *Korean Society for Health Education and Promotion*, 36(1), 43-51. DOI : 10.14367/kjhep.2019.36.1.43
- [3] J. S. Kim. (2016). A study on the athleisure of characteristics in modern fashion. *Korea Fashion & Costume Design Association*, 18(4), 101-116. DOI : G704-001445.2016.18.4.005
- [4] Embedded story of value creation technology. (2019, September). *Flex sensor to use with Arduino. Value Creation Technology* [Online]. <http://blog.naver.com/ubicomputing/220736703838>
- [5] S. E. An. (2011). *The effect of rehabilitation exercise program on recoverability of muscle functions following the arthroscopy surgery performed on rotator cuff tear*. Sungshin Women's University, Seoul.
- [6] H. T. Kim. (2014). *Effects of dumbbell workouts on the body composition, atherogenic index and insulin resistance of obese women in their 20s*. Honam University, Gwangju.
- [7] S. K. Power & E. D. Howley. (2014). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance, 8th Editor*. McGraw-Hill Education.
- [8] D. H. Perrin, R. J. Robertson & R. L. Ray. (1987). Bilateral isokinetic peak torque, torque acceleration energy, power and work relationships in athletes and nonathletes. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 9, 184-189.
- [9] J. Burnie & D. A. Brodie. (1986). Isokinetic measurement in preadolescent males. *International Journal of Sports Medicine*, 7, 205-209.
- [10] H. H. Choi. (2001). 1st Author et al. A Study on the Peak Torque and Ratio of Eccentric Contractions. *International journal of human movement science*, 40(4), 1095-1101.
- [11] S. J. Yun & J. H. Kim. (2011). The Effects of Peak Torque and Angle of Peak Torque on Isometric Training Depending on Degrees. *Journal of The Korean society for Wellness*, 6(2), 263-273.
- [12] C. W. Kim & J. H. Kim. (2018). The effects of changes in body composition through high intensity circuit training on spine curvature and low back pain among middle. *The Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 19(5), 346-356. DOI : 10.5762/KAIS.2018.19.5.346
- [13] H. E. Lee. (2002). *The Effect of Dumbbell Exercise and Weight Exercise for Middle-Aged Women in Their Physical Fitness and Body Composition*. Master dissertation. Yongin University, Gyeonggi-do.
- [14] S. H. Cho & S. Y. Lee. (2016). A effect of the squat convergence exercise among knee joint angle on quadriceps strength in the patients with patellofemoral pain syndrome. *Korea Convergence Society*, 7(2), 43-52. DOI : 10.15207/JKCS.2016.7.2.043

- [15] Y. H. OH. (2018). *Effects of long term participation in saturday-netball program of elementary school on physical fitness and academic achievement..* Master dissertation. Hannam University, Daejeon.
- [16] S. M. Hwang & K. H. Lee. (2015, June). Failure mechanisms analysis of printed electronics type FPCB used in NFC antenna. *Journal of the Korean Institute of Communication Sciences*. (pp. 1198-1199). Seoul : Journal Of Korean Institute Of Communications And Information Sciences.
DOI : I410-ECN-0101-2016-567-001706788
- [17] Y. J. Lee, J. P. Tak & W. H. Han (2017, December). Custom marketing. *Review of Korea Marketing Association*, 51(12), 65-70.
DOI : I410-ECN-0101-2018-324-001552365
- [18] Maekyeong. (2020). *Customizing*. Daily Economic Glossary. [Online].
<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=20936&cid=43659&categoryId=43659>

김 가 연(Ga-Yeon Kim)

[학생회원]



- 2020년 3월 : 국민대학교 융합디자인테크놀로지학과 전공(석사)
- 2018년 3월 ~ 2020년 3월 : 국민대학교 융합디자인테크놀로지학과 석사
- 관심분야 : 스마트 패션, 커스터마이즈 패션
- E-Mail : aso@naver.com

김 윤 희(Youn-Hee Kim)

[정회원]



- 2001년 1월 : 이화여자대학교 복식디자인(미술석사)
- 2008년 8월 : 국민대학교 테크노디자인전문대학원 패션디자인(디자인박사)
- 2018년 3월 ~ 현재 : 국민대학교 융합디자인테크놀로지학과 조교수
- 관심분야 : 스마트 패션, 융합디자인
- E-Mail : shell62@kookmin.ac.kr