

패션비즈니스 제28권 5호

ISSN 1229-3350(Print)
ISSN 2288-1867(Online)

J. fash. bus. Vol. 28,
No. 5:68-83, Nov. 2024
[https://doi.org/
10.12940/jfb.2024.28.5.68](https://doi.org/10.12940/jfb.2024.28.5.68)

Corresponding author

Jooyong Kim
Tel : +82-2-820-0631
Fax : +82-2-817-8349
E-mail : jykim@ssu.ac.kr

Keywords

lure-fishing, smart gloves,
stretch sensor,
ems/electronic muscle simulation,
wrist pain
루어낚시, 스마트 장갑,
스트레치 센서, 전기근육자극,
손목 통증

이 연구는 2023년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT)의 연구비 지원과(20016038) 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (P0012770, 2023년 산업혁신인재성장지원사업)

루어낚시 참여자용 손목 움직임 측정을 위한 스마트 장갑 개발

최윤성* · 박진희 · 김주용†

*송실대학교 스마트웨어블공학과
송실대학교 신소재공학과
†송실대학교 신소재공학과

Development of Smart Gloves for Measuring Wrist Movements of Lure Fishing Participants

Yoonseung Choi* · Jinhee Park · Jooyong Kim†

*Dept. of Smart Wearable Engineering, Soongsil University, Korea
Dept. of Materials Science and Engineering, Soongsil University, Korea
†Dept. of Materials Science and Engineering, Soongsil University, Korea

Abstract

Abstract This study developed smart gloves that measure the wrist movements of lure fishing participants in real time and record occurrences of pain. These gloves enable users to monitor movement patterns and pain levels, and to take appropriate breaks through alarms. Key achievements include the measurement of grip strength, range of motion (ROM), and visual analog scale (VAS) tests. The stretch sensor is highly durable, recovers quickly even after repeated use, and can precisely measure various fishing movements. When the predetermined number of repetitions, set through motion recognition and notification functions (e.g., 30 or 60), is reached, a buzzer sounds to encourage rest. In the analysis of wrist function, it was confirmed that grip strength decreased after 100 casts but recovered following electrical muscle stimulation (EMS) training. The VAS results indicated that EMS training was effective in relieving pain and improving wrist function. Smart gloves and EMS training are valuable for preventing wrist pain and restoring function associated with fishing, and they suggest potential applications for various body parts and exercises. In future research, we plan to enhance the gloves' performance and strengthen data storage and analysis functions based on clinical trials in actual sea environments and user feedback.

I. 서론

낚시는 다양한 장소에서 이루어지며, 방파제와 갯바위 등이 대표적인 장소로 언급되고 있다. 주로 갯바위 등에서 이동하는 선박낚시 또는 선박에 승선한 상태에서 이루어지는 선상 낚시로 구분된다. 낚시에 사용되는 선박은 주로 낚시어선, 유선, 그리고 동력수상레저기구 등이 활용되고 있다(Ha & Lee, 2022). 특히, 낚시어선을 이용한 낚시는 2010년의 224만명에서 2020년으로 넘어와 507만명으로 급격한 증가세를 보이고 있다(Ministry of Oceans and Fisheries, 2021). 이 외에도 모터보트 등의 수상레저기구를 활용한 낚시도 많은 인기를 얻고 있다. 한편, 선상 루어낚시는 한국사회에서 특히 젊은 세대를 중심으로 빠르게 대중화되고 있다. 선상 루어낚시의 특징은 대상어를 유인하기 위해 캐스팅 동작과 리트리브 과정이 수백 번 이상 반복되는 레저 활동이다(Kim, 2008). 캐스팅 동작은 낚시대와 손목이 일직선을 이루도록 하여 루어를 던지는 동작을 의미하며, 리트리브 과정은 루어를 회수하는 동작을 나타낸다. 또한 리트리브 과정은 손목을 위로 향하게 하여 낚싯대를 들어 올리는 랜딩 동작과 연결되는데, 루어낚시 참여자의 스타일에 따라서 수 백회 이상 반복될 수 있다. 이러한 선상 루어낚시는 장시간에 걸쳐 이루어지며, 손목, 팔꿈치, 목, 허리, 종아리 등의 다양한 근육을 사용하며 진행된다(Choi, Park, & Kim, 2022b).

서해안에서 인기를 끌고 있는 선상 주꾸미 낚시는 손목과 엄지손가락의 민첩한 동작이 필요하며, 이와 같은 반복 동작을 수행하면 손목 터널증후군과 같은 증상이 발생할 수 있다. 캐스팅 동작과 랜딩 동작은 이를 가능하게 하는 핵심 동작으로, 이로 인해 손목에 힘줄 손상으로 인한 지연성 통증이 발생할 수 있다(Park, 2018). 주꾸미 낚시에서는 새우 모양의 루어(Figure 1)를 사용하여 하루에 8시간 동안 100~300여 마리를 잡을 수 있는데, 그러기 위해서는 그보다 많은 캐스팅과 랜딩 동작이 반복되어야 하기 때문이다. 이러

한 통증에 대응하여, 손목의 움직임이 통증에 미치는 영향을 확인하기 위해 손목 움직임을 수치화하고, 이를 통해 손목의 움직임 빈도를 분석하는 것이 중요하다. 이는 일정 횟수 이상의 움직임이 손목 통증과의 관련성을 평가하는 데 유용한 지표가 될 수 있다. 손목 통증 개선을 위해 저주파 전기근육자극요법(EMS)이 제안되고 있다(Choi, Park, & Kim, 2022a). EMS 손목 보호대는 손목에 탈부착이 가능하여 통증이 발생하는 경우에도 부착된 상태로 낚시를 지속할 수 있는 장점이 있다. Choi et al. (2022b)는 EMS 손목 보호대가 루어낚시 참여자의 손목 통증 완화에 효과적임을 확인하였다. 그러나 이와 관련한 추가 연구 및 루어낚시 동작에 특화된 손목 보호 및 통증완화를 위한 제품이 부족한 상황이다. 흔들리는 배 위에서 즐기는 레저이기 때문에, 손목뿐만 아니라 허리, 등, 어깨 등에 발생하는 통증 문제에 대한 연구가 필요하며, 이는 레저와 건강의 결합에 대한 새로운 시각을 제시할 수 있다. 이러한 측면을 고려하여 우선 손목 통증 해결을 위한 효과적인 방법 및 제품 개발에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 Choi et al. (2022b)의 연구를 참고하여, 루어낚시 참여자들이 선호하는 손가락부위가 커팅되어 있는 반장갑 형태의 장갑에 추가적으로 스트랩이 포함된 스마트 장갑을 개발하고자 한다. Choi et al. (2022a)의 연구에서는 일반적인 스포츠용 니트장갑을 사용하여 실험을 진행하였지만, 본 연구에서는 전문 피싱용으로 직접 장갑을 제작하여 실험을 진행할 것이다. 이 제품은 손목 움직임을 측정할 수 있는 스마트 기능을 통합할 것이며, 스트레치 센서를 활용하여 손목 움직임을 정확하게 감지하고 랜딩 시 각도를 미리 설정할 수 있도록 할 것이다. 설정 횟수 이상이 되면 이를 알려주는 부저도 장착할 것이다. 부저를 추가한 이유는 피험자가 낚시 중 본인의 손목 움직임의 횟수를 인식하게 하여 통증완화를 위해 휴식을 유도하기 위함이다.

루어낚시 참여자는 자신의 손목 움직임 횟수를 어플리케이션



Figure 1. Fishing Lure
(<https://www.duel.co.jp>)

이선에서 확인하여 피로도를 숫자로 인식할 수 있게 될 것이다. 개인이 통증을 자각하기 시작하는 동작 횟수를 숫자로 표시하고, 그 횟수에 도달하면 알람이 울리게 되어, 즉각적으로 동작을 멈추고 조치를 취할 수 있도록 할 것이다. 뿐만 아니라, 통증이 발생할 경우 즉각적으로 EMS 트레이닝을 제공하여 통증을 완화할 수 있는 기능도 포함할 것이다.

이러한 루어납시 스마트 헬스케어 제품은 부상 예방과 관련된 중요한 정보를 제공하여 루어납시 참여자들에게 통증 자각과 통증회복에 대한 솔루션을 제공하고자 하는 목적을 갖고 있다.

II. 이론적 배경

1. 주꾸미 선상 루어 납시

루어는 나무, 플라스틱, 고무, 금속 등 먹을 수 없는 소재를 사용하여 인공적으로 제작된 미끼를 가리킨다(Ken Schultz, 1991). 루어 납시는 일반적인 미끼를 사용하는 전통적인 낚시 방법과는 달리, 대상어가 입질할 만한 루어의 동작을 인위적으로 연출하여 대상어를 유인하는 기술적인 낚시이다(Lee, 1999). 루어 낚시의 과정은 미끼를 던지는 캐스팅(casting) 단계로 시작하여, 루어를 인위적으로 움직여 대상어를 유인하는 리트리브(retrieve) 단계를 거친 후, 대상어가 입질하면 낚싯바늘을 박는 동작인 훅셋(hookset)을 실행하고, 마지막으로 대상어를 끌어올리는 랜딩(landing) 단계로 완료된다(Kim, 2008).

주꾸미 루어 낚시는 주로 서해안에서 이루어지며, 사용되는 추와 루어의 무게는 바다 상황에 따라 다르지만, 루어는 10g 전후, 추는 30~150g까지 다양하게 사용된다. 낚싯대는 브랜드와 제품에 따라 다르지만, 100g 전후의 낚싯대와 150~260g의 릴이 사용된다. 로드와 릴을 결합한 후 라인에 루어와 추를 연결하면 약 500g의 무게가 된다. 이 무게의 체비를 한 손으로 수십 회에서 수백 회 반복적으로 던지면 손목 통증이 유발될 수 있다.

2. 스트레치 센서

탄소나노튜브(Carbon Nanotube, CNT)는 1991년 일본의 Iijima 박사에 의해 처음 발견된 이래로, 그 뛰어난 물리적, 화학적 특성으로 인해 혁신적인 물질로 주목받아 왔으며, 현재까지도 활발한 연구가 진행되고 있다(Iijima, 1991). CNT는 다른 탄소재료에 비해 밀도가 낮고, 길이와 직경비가 커

서 강도가 높은 합금의 수십 배에 달하는 기계적 강도를 가지고 있다. 또한, 뛰어난 화학적 안정성과 우수한 유연성을 가지고 있다(Jang, Park, & Kim, 2021). 특히 뛰어난 전기 전도성으로 인해 텍스타일형 센서로서 우수한 성능을 발휘하여 다양한 분야에서 활용되고 있다.

CNT를 활용하여 스트레치 센서를 제작할 수 있으며, 합침과 패딩 건조와 같이 비교적 간단한 제조 과정을 통해 센서를 생성할 수 있다. 이러한 센서는 신장성이 좋은 직물을 사용하여 초기에 저항을 보유하고, 신장이 발생하면 저항이 변화하는 특성을 활용하여 길이의 변화를 감지하고 그에 따른 수치를 계산한다(Lee & Jung, 2008). 센서의 성능을 평가하는 데 중요한 요소인 민감도는 게이지율을 통해 측정된다. 게이지율은 민감도를 나타내는 값으로, 높은 게이지율을 가진 센서는 작은 자극에도 민감하게 반응하여 보다 정밀한 측정이 가능하다.

스트레치 센서는 신체의 움직임에 정밀하게 측정할 수 있는 특성을 가지고 있어, 다양한 분야에서 활용 가능성이 주목받고 있다. 최근 스트레치 센서를 활용한 연구에서 Song, Park, and Kim (2022)은 발목 가동범위를 확인하여 부상을 예방할 수 있는 스트레치 센서 양말을 개발하였으며, Kim, Park, and Kim (2020)은 비복근의 수축과 이완을 측정할 수 있는 스트레치 센서 축구 양말을 개발하였다. Choi et al. (2022b)는 스트레치 센서를 활용하여 낚시 랜딩 동작에 대한 손목움직임 측정을 위한 연구를 수행하였다.

3. EMS

전기 근육 자극(Electrical muscle stimulation, EMS)은 외부에서 주어지는 저주파 전기 자극을 통해 근육을 활성화시키고 수축시키는 방법으로, 해당 근육에 직접적인 영향을 미친다. (Doucet, Lam, & Griffin, 2012). EMS는 근육의 크기나 기능을 향상시키고, 근섬유의 우선적 활성화를 유발하여 근육 기능 향상을 가져오므로, 근육의 기능 향상 및 운동 재활 분야에서 널리 활용되고 있다(Kemmler, Stengel, Schwarz, & Mayhew, 2012). 또한 근력 증가, 관절 가동범위 증가, 근위축 감소 등의 효과를 얻기 위해 근육에 직접 적용되어 왔다(Doucet et al., 2012). 이러한 특성으로 인해 스포츠 웨어러블로서 주목을 받고 있으며, 스포츠 퍼포먼스 향상을 위한 도구로 활용되고 있다.

EMS 효과에 대한 연구는 다양한 연구에서 검증되었다. Koh(2018)의 연구에서는 자가 미세전류 마사지가 손목 관절 가동범위를 향상시키는 효과가 있다고 보고되었다. 또한,

Choi et al. (2022a)의 연구에서는 EMS 손목보호대가 루어 낚시 시에 발생하는 자연성 근육통을 개선하는데 효과가 있다고 제시되었다. 특히, Choi et al. (2022a)의 연구에서는 EMS가 루어낚시 참여자의 손목 통증 감소 및 가동 범위 향상에 유의미한 효과를 나타냈다고 보고되고 있다. 따라서 스마트 장갑을 제작하는 데에 있어서 손목 통증 저하를 위해 EMS를 부착한 장갑을 제작할 필요가 있다고 판단된다.

4. 스마트 제품을 통한 어플리케이션 기능 선행연구

최근에는 전문 의료 서비스 및 헬스케어 기능을 포함한 고급형 스마트 웨어러블 제품이 다수 개발되면서, 이 분야에서의 질적인 성장이 이루어지고 있다. 특히, 스마트 웨어러블 제품은 의료 서비스와 헬스케어 기능을 통합하여 다양한 형태로 발전하고 있으며, 스마트폰과 함께 일상생활에 녹아들어 빠르게 확산되고 있다(Lee & You, 2014).

현재 모바일 헬스케어 앱은 다양한 유형으로 나뉘어지는데, 이에는 개인의 행동 추적, 신체 정보 모니터링, 건강식단 및 다이어트, 체중 감량, 각종 운동법 제공, 의료/건강 정보 및 캠페인 관련 앱 등이 있으며, 의료 부분에서는 의료 관계자 및 환자용 관리 앱 등이 활용되고 있다(Cho, 2021). 사용자들은 이러한 앱을 통해 개인 정보 제공, 건강 정보 기록, 웨어러블 기기와의 연동 등 다양한 형태로 모바일 헬스케어 서비스를 활용하고 있다.

낚시 분야에서도 2023년에 다이와(Daiwa)사의 IMZ와 같

은 스마트 릴이 출시되어있으며, 낚시한 캐스팅 횟수와 비거리 데이터가 어플리케이션을 통해 기록되어 스마트폰으로 확인할 수 있는 혁신적인 제품이 등장했다(Figure 2). 그러나 이는 손목의 움직임이 아닌, 스플부의 회전을 통해 데이터를 수집하고 있어 캐스팅 시 실제 손목의 움직임에 대한 정보는 알 수 없다. 따라서 스마트 제품이 손목의 움직임을 더 정확히 파악하여 사용자가 통증이나 불편함에 대해 대처할 수 있도록 도움을 줄 수 있는 제품연구가 필요하다.

III. 연구방법 및 절차

1. 연구방법

1) 스마트 장갑 제작

본 연구는 스마트폰 어플리케이션을 활용하여 설정한 횟수 만큼 손목이 움직였을 때 부저를 통해 알려줄 수 있는 스마트 장갑을 개발하기 위해 손목형 반 장갑을 제작하였다. 사용한 재료는 Table 1과 같다.

장갑의 크기는 가로 3cm, 세로 7cm이며, Figure 3, Figure 4와 같다. 나일론은 강도와 내구성이 뛰어나며, 우레탄은 신축성과 내마모성이 뛰어난 소재이다. 따라서, 나일론 67%와 우레탄 33%의 소재로 제작하였다. 나일론 소재와 우레탄 소재는 D사의 피싱 리스트 밴드와 피싱용 장갑에 등에 주로 사용되는 소재이다.

장갑의 손등 부위는 손목에 힘을 받는 부위여서 밀도를



Figure 2. Application Layout of Smarttrees (<https://www.daiwa.com>)

Table 1. List of Materials and Devices used

Material	Picture	Specification
Conductive Yarn		Silver Coated Polyamide Yarns Resistivity 1.5Ω/cm Soitex, Korea
Glove Material		Mixed Rate - Nylon 67% and 33% Polyurethane, Korea
Stretch Sensor		High Elasticity-double Woven Rubber Band, Korea
Antibacteria Silver coated Conductive Fabric		GSM:135g/m2 Specification: Silver Fiber70D+30D Composition: Silver Fiber 82% + Spandex 18% Function: Shielding Efficiency>55-65DB SCN016, Soitex, Korea
Bluetooth Module		Arduino 33 BLE Board Arduino AG, Italy
Buzzer Sound Actuator		Piezo Passive Buzzer, Korea
Resistor		1kΩ



Figure 3. Custom-made Gloves and Wristband
(taken by author)

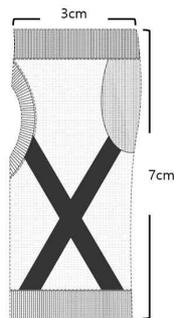


Figure 4. Glove Design
(taken by author)



Figure 5. Prototype Glove with a Functional X Marking
(taken by author)

강화시켜 X자 모양의 디자인으로 압박 강도를 높였다 (Figure 5). 장갑에는 사용자의 편의를 위해 압박 강도를 조절할 수 있는 스트랩이 추가되었다(Figure 6, Figure 7). 압박 강도를 조절할 수 있는 스트랩에 벨크로를 부착하여, 사용자의 손목 크기와 착용감에 맞게 조절할 수 있게 하였다. 이러한 디자인은 낚시중 압박강도를 조절함으로써 부상을 방지하고, 손목의 움직임을 정확하게 감지할 수 있는 기능을 제공할 것으로 기대된다. 알람을 울리는 부저를 통해 사용자가 릴을 결합한 로드를 들고 캐스팅 동작과 랜딩 동작의 반

복동작을 1회로 카운팅 한 후에 반복 테스트를 하여 통증이 오기 시작한 숫자를 확인하였다. 실험자가 사용자의 통증이 온 횟수를 사전에 설정하여, 설정한 횟수에 도달하면 부저가 울림으로써 장갑 착용자가 스스로 움직임 횟수를 인식할 수 있도록 하였다.

2) 스트레치 센서 제작

손목 움직임을 측정하기 위해 사용된 스트레치 센서는 엘라 스틱 밴드(E-band)를 기반으로 제작되었다. 이 센서를 제작



Figure 6. Wearing Prototypes (taken by author)

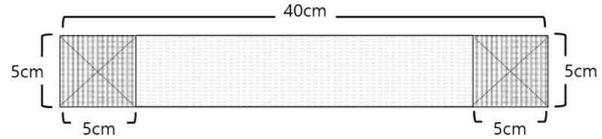


Figure 7. Wrist Band Design (taken by author)



Figure 8. Stretch Sensor (taken by author)

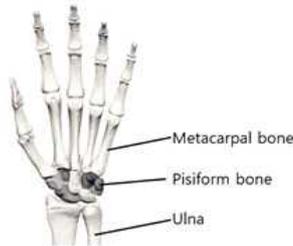


Figure 9. Bonse of the Hand (<https://geekymedics.com>)



Figure 10. Stretch Sensor Attached to Glove (taken by author)

하기 위해, 0.1wt% 수분 분산된 SWCNT (KH WAR 1200ST, KH CHEMICALS)를 직물에 함침하는 방법을 채택하였다. 함침 공정은 직물에 전도성 물질을 분산시키는 간단하고 효율적인 방법 중 하나로, SWCNT는 높은 전기전도성을 가지기 때문에 작은 입자 상태로 직물에 쉽게 침투할 수 있다(Yun, Kim, & Kim, 2021).

SWCNT 분산액에 담근 직물을 패딩기로 압착하여 SWCNT 전도성 입자를 함침시킨 후, 건조기에 건조하였다. Choi et al. (2022b)의 논문에서 사용된 센서의 크기는 30mm × 60mm였으나, 본 연구에서는 동작의 부담을 줄이기 위해 25mm × 60mm로 설계하였다. 함침 횟수는 1회, 2회, 3회로 설정하여 UTM으로 고정된 후 5mm/sec의 속도로 3초 동안 15mm 늘렸다가 원래의 상태로 돌아가는 과정을 10회 반복하여 테스트하였다. 신장 회복률(KS 0642,8.16.2:2016 Method D), 인장강도(KS K 1308:

2016), 신장률(KS S 0642,8.16.1:2016)을 평가하여 스트레치 센서의 적합성을 평가하였다. 2회 함침한 센서 중 게이지율이 가장 높은 것을 선정하였다.

E-band형 텍스타일 센서는 높은 민감성과 정확도를 바탕으로 지속적인 근육 사용으로 인한 피로와 근육 수축의 변화를 효과적으로 모니터링 할 수 있다. 따라서본 연구에서는 근육의 변화를 지속적으로 모니터링하기 위한 용도로 E-band형 텍스타일 센서를 활용하였다(Figure 8).

EMS 모듈이 장착된 장갑에는 열프레시기를 사용하여 랜딩 동작 측정을 위한 센서를 부착하였다. 센서 부착 위치는 두 상골(Pisiform Bones)(Figure 9)을 중앙으로 하고, 새끼손가락의 중수골에서 시작하여 손목 아래의 자뼈에 이르기까지 열프레시기를 이용하여 부착하였다(Figure 10). 이러한 부착 방법을 통해 손목이 꺾이는 움직임을 확인할 수 있고, 랜딩 동작 시 손목의 움직임을 효과적으로 측정할 수 있었다.



Figure 11. Attaching Conductive Snaps (taken by author)



Figure 12. Attaching Conductive Fabrics (taken by author)



Figure 13. Attaching Conductive Fabrics (taken by author)

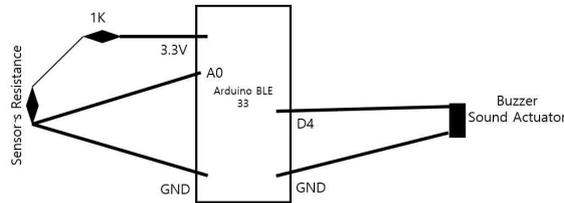


Figure 14. Arduino Circuit Connection (taken by author)

3) EMS 장갑 제작

직접 제작한 장갑에는 EMS 부착을 위한 전도성 원사로 자석 스냅을 부착하였고(Figure 11), 전도성 원단(DE-type Antibacterial Silver coated Conductive fabric)을 사용하여 가로 2.5cm, 세로 4cm의 크기로 열프레스기를 이용하여 접착했다(Figure 12). 전도성 스냅에 EMS 모듈을 부착하여 손목에서 EMS 트레이닝이 가능하도록 제작하였다(Figure 13). EMS는 무게가 16g인 제품을 사용하였고, 세탁은 가벼운 손세탁을 진행하였다.

4) 어플리케이션 제작 및 부저 연결

루어낫시 중 손목 움직임을 측정하기 위해 ARDUINO NANO 33 BLE BOARD와 스트레치 센서를 연결하였다. ARDUINO에 블루투스로 연결된 휴대폰의 어플리케이션을 통해 손목 움직임 횟수를 숫자로 확인할 수 있게 하였다. 장갑 착용자 본인이 사전에 로드와 릴을 들고 캐스팅 동작과 랜딩 동작의 반복을 1회로 설정하여 움직임을 카운팅하

였다. 반복적인 동작 실험을 하였고, 통증이 느껴질 때의 숫자를 어플리케이션에 설정하였다. 설정한 손목 움직임 횟수를 초과하였을 때 알람을 울리기 위해 부저를 연결하였다. 스트레치 센서 및 벨의 연결 도면은 Figure 14와 같다.

해당 어플리케이션은 MIT APP Inventor를 이용하여 개발되었다. MIT APP Inventor는 구글과 MIT에서 공동으로 개발한 안드로이드 앱 개발 도구로, 사용자가 직관적이고 간단한 인터페이스를 통해 앱을 제작할 수 있도록 도와주는 도구이다.

2. 연구절차

1) 스트레치 센서의 성능 평가

스트레치 센서는 소재의 특성에 따라 편물의 조직을 육안으로 관찰하여 시험 결과를 제시하였다. 밀도는 KS K 0511의 방법으로 나타내었다(KS K 1308: 2021/KS K 0511:2009). 시험 결과는 Table 2에 나타내었다.

2) 어플리케이션을 통한 동작 테스트

본격적인 실험에 앞서, 고니어미터(8-inch Plastic 360° ISOM Goniometer, BASELINE Evaluation Instruments, UK)를 사용하여 캐스팅 동작(180도)부터 랜딩 동작의 손목 각도를 정하였다(Figure 15).

랜딩 자세는 루어 낚시대와 릴을 결합하여 손목을 꺾으면 서 고기를 낚아 올리며 랜딩하는 자세를 말한다. 로드와 릴을 결합하여 손에 쥐고 전환근부터 가운데 손가락까지 고니어미터로 수평을 마크한 후에 랜딩자세의 각도를 측정하였고, 이 후에 손목을 움직여 캐스팅 자세의 각도를 측정하였다. 그리고 장갑에 부착한 스트레치 센서에 아두이노를 연결하여, 설정한 각도로 동작을 수행하고, 그래프를 통해 움직임을 확인하였다. 아두이노는 손목의 움직임을 그래프를 통해 확인하고, 손목의 움직임 횟수를 블루투스에 연결된 휴대폰 어플리케이션에 전송 및 부저를 울리는 역할을 하였다. 랜딩 동작의 손목 꺾임으로 (Figure 16) 측정한 21도의 각도를 10회 반복 움직임 테스트를 해본 결과 21도로 손목을 꺾었을 때 랜딩 시의 센서값이 최저 330에서 최고 350으로

나타났다. 컴퓨터 상의 앱 인벤터 화면을 QR 코드를 통해 휴대폰의 어플리케이션에 연결한 후, 휴대폰의 앱 인벤터 화면에서 SCAN 버튼을 눌러 스마트 장갑에 연결된 아두이노를 스캔하였다(Figure 17). 그 후 STOP 버튼을 눌러 코드를 선택하고, CONNECT 버튼을 눌러 연결하였다. 한 가지 동작의 실험이므로 PORT는 한 가지로 설정하였다.

베타 테스트를 하였을 때 아두이노 센서값은 최저 219에서 최고 362의 값으로 일정하게 나타났다. 아두이노 센서값의 수치는 330으로 설정하고, 설정한 값을 넘어설 때마다 카운트가 1이 되도록 설정하였다. 센서 값을 낮게 설정한 이유는 손목의 피로도가 발생한 경우 같은 21도를 가동하였을 때 최대치 350 이상의 각도로 움직이지 못하여 손목 동작이 인식되지 않을 수 있기 때문이다.

사전 실험에서는 손목 동작의 측정과 반복 실험에 대해서는 캐스팅 동작과 랜딩 동작을 일정한 각도로 같은 동작을 5초에 1회씩 반복하여 30회, 60회의 움직임으로 실험하였다. 동작의 간격을 5초로 설정한 이유는, 선상 주꾸미 낚시에서는 루어의 캐스팅을 한 이후에 대상어종을 유혹하기 위



Figure 15. Lure-fishing Landing Motion for Test (taken by author)



Figure 16. Fishing Posture Arduino Test with Strerch Sensor (taken by author)

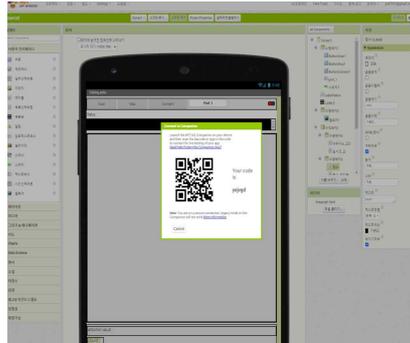


Figure 17. QR Code Mobile Phone Connection Screen
(<https://appinventor.mit.edu>)

한 루어의 움직임을 만들기 위해 캐스팅 동작과 랜딩 동작을 끊임없이 반복해야 하기 때문이다. 30회와 60회의 움직임을 설정한 이유는 주꾸미 낚시로 유명한 충남 보령의 오천항에서 선장들과의 인터뷰를 통해, 포인트 탐사 시 일반적으로 30회에서 60회의 캐스팅이 이루어진다는 정보를 반영하여 포인트 탐사 패턴을 적용했기 때문이다. 포인트 탐사시에 배를 10분에서 30분 정박하고, 패턴 및 수심 체크를 위해 평균적으로 30회에서 60회의 캐스팅 동작과 랜딩 동작을 진행한다.

본 실험에서는 선상 주꾸미 낚시에서의 캐스팅 동작과 랜딩 동작을 1회로 카운트하고, 5초 간격으로 1회의 동작을 진행하였다. 간격 시간을 5초로 설정한 이유는 캐스팅 이후에 채비가 바닥에 닿을 때까지 기다려야 하고, 바닥에 닿은 이후에 루어를 살아 움직이는 것과 같이 캐스팅 동작과 랜딩 동작을 반복하며 루어의 움직임을 쥐야 하기 때문이다. 또한 포인트 이동 등의 인터벌이 없고, 주꾸미 낚시가 기상 상태와 바다 상황에 따라 30회, 60회 그 이상의 동작을 반복하여 진행되기 때문에 입질을 받기까지 손목의 움직임으로 루어를 움직이기 위해 캐스팅 동작과 랜딩 동작을 반복하기 때문에 5초로 설정하였다.

3) 알람을 통한 숫자 확인

어플리케이션과는 별도로 부저의 기능을 확인하기 위해 30회와 60회(Figure 18)를 각각 설정한 후 캐스팅 동작과 랜딩 동작을 반복하였다. 캐스팅 동작과 랜딩 동작을 반복하면서 설정한 횟수에 도달하였을 때 부저가 울렸는지 확인하였다.

4) 스마트 장갑의 EMS효과 테스트

본 연구에서는 루어낚시 참여자를 대상으로 손목에 압박을 가해 부상을 예방할 수 있는 스마트 장갑을 제작하였으며, Choi et al. (2022b)의 연구에서 전개된 각도 측정 및 그림에 대한 실험을 1인의 피험자를 통해 같은 동작을 일 1회씩 3일에 걸쳐 총 3회 오전 10시에 진행하였다. 피험자를 1인으로 설정한 이유는, 통증이 발생했을 때 피험자가 즉각적으로 인지하고 대응할 수 있는 장갑을 설계하여 그 효과를 확인하는 데 목적이 있기 때문이다.

피험자는 평소 월 4회 이상 낚시를 하며, 주꾸미 낚시가 시작되는 9월~11월 사이에는 주 1회 이상 주꾸미 낚시를 다니는 손목 두께가 17.8cm인 41살의 성인 남성이다. 피험자의 키는 173cm 몸무게는 73kg으로 표준체형에 해당한다.

제작한 프로토타입의 스마트 장갑을 착용한 후 안정 시 약력, ROM (RANGE OF MOTION)과 캐스팅 100회 이후의 약력, ROM을 측정하였다. 약력 측정에는 TKK-5401 (TAKEI, JAPAN)을 사용하였다(Figure 19). ROM의 측정에 대해서는 움직임과 가동범위 측정에 사용하는 배굴(Dorsiflexion, DF)과 저굴(Plantar Flexion, PF)동작을 측정하였다.

수관절의 손등방향으로의 운동을 배굴(Dorsiflexion)이라고 한다(Figure 20). 전자에서는 요골을 기본축으로 하고, 제2중수골을 이동축으로서 측정하는데 정상 가동범위는 0~70도이다(Clinical Abbreviation Research Group, 2020). Plantar Flexion은 손바닥쪽 굽힘으로, 저굴을 뜻한다(Clinical Abbreviation Research Group, 2020)(Figure 21). 캐스팅 100회 이후에 약력과 ROM을 측정할 후 곧바로

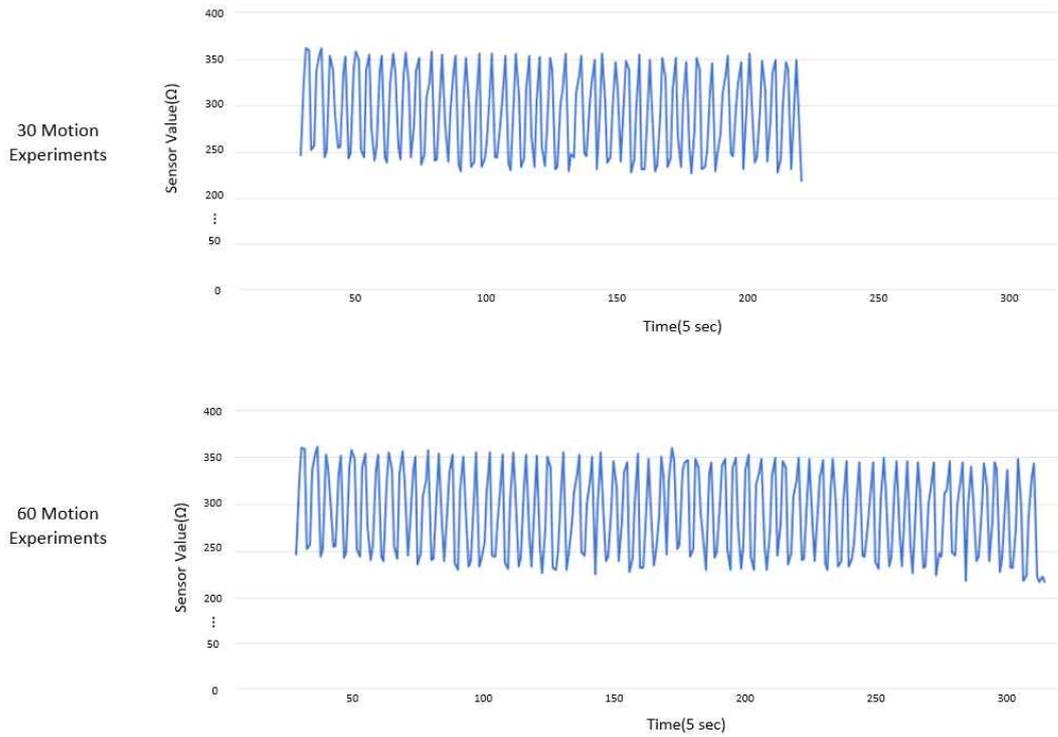


Figure 18. 30 / 60 Motion Experiments (taken by author)



Figure 19. Grip Test (taken by author)



Figure 20. Dorsiflexion (taken by author)



Figure 21. Plantarflexion (taken by author)

EMS 트레이닝을 25분간 진행하였고 EMS 트레이닝 이후에 악력과 ROM을 측정하여 값을 비교하였다. 캐스팅을 100회

한 이유는 지연성 근육통을 유발하여 손목의 피로도를 높이기 위함이다.

5) 통증자각도검사(VAS)

VAS (visual analogue scale)는 통증도에 따라 0점 아프지 않다~5점 매우 아프다로 나누어서 EMS 트레이닝 전과 후에 피험자 1인에 대해 3일간 동일하게 측정하였다. 1번부터 10번까지의 문항으로 질문하였고 11번부터 12번까지는 주관식으로 질문하였다. 문항 1은 아무런 동작을 하지 않았을 때의 손목 통증 정도, 문항 2는 손목이 반복적으로 움직였을 때의 통증 정도, 문항 3은 손목을 뒤로 젖혔을 때의 통증 정도, 문항 4는 손목을 앞으로 꺾었을 때의 통증 정도, 문항 1에서는 캐스팅 100회 동작 직후 통증이 증가하였지만, EMS 트레이닝 직후 안정 시와 같은 값인 5는 손목을 360도로 회전하였을 때의 통증 정도, 문항 6은 2리터 페트병 6개를 한 번에 들었을 때의 통증 정도, 문항 7은 낚시대와 릴을 결합하여 캐스팅 동작을 할 때의 통증 정도, 문항 8은 낚시대와 릴을 결합하여 랜딩 동작을 할 때의 손목 통증 정도, 문항 9는 평소 개인활동을 할 때의 손목 통증 정도, 문항 10은 물걸레 닦기, 양치 등의 일상적인 생활을 할 때의 통증 정도에 관한 문항이다. 문항 11은 낚시를 얼마나 하였을 때 손목 통증을 느끼는지 주관식으로 질문하였다. 문항 12에서는 본 실험에 사용한 스마트 장갑을 착용하였을 때 동작이 편안한지에 대해 주관식으로 질문하였다. 100회의 동작 실험 전에 스마트 장갑을 착용하고 VAS를 측정하였고, 손목을 100회 움직인 후와 EMS 트레이닝 전과 후의 데이터를 비교하였다. VAS측정 또한 3일간 동일하게 진행하였다.

IV. 연구 결과 및 고찰

1. 스트레치 센서 성능 평가 결과

실험에 사용한 스트레치 센서의 평가 결과는 Table 2와 같다. 동작을 하였을 때 다시 돌아가는 힘인 신장회복률과 센서의 내구성에 영향을 주는 인장강도는 신장회복률 96.3%, 인장강도 754이다. 1.48mm두께의 센서를 사용하였으며 신장률은 46.5%이다.

위의 결과를 종합하면, 이 스트레치 센서는 반복되는 낚시 동작에서의 사용에 적합한 성능을 보이고 있다. 특히, 신장회복률이 높아서 센서가 특정 동작 후에도 초기 상태로 빠르게 회복되며, 인장강도가 높아 내구성이 좋다는 것을 나타내고 있다. 두께와 신장률은 센서의 물리적 특성을 나타내며, 실험 목적에 적합한 성능을 갖추고 있음을 시사한다.

이러한 성능 특성은 루어낚시 동작 중 발생할 수 있는 다양한 움직임을 측정하고 분석하는 데 도움이 될 것으로 예상된다.

2. 아두이노를 활용한 동작 인식 확인

피험자가 실험 중에 30회 및 60회 동작을 수행했을 때, 애플리케이션에서는 해당 동작의 횟수가 정확히 확인되었고, 이를 통해 피험자가 설정한 낚시 동작의 각도에 따라 동작이 인식되었다는 것을 확인할 수 있었다(Figure 18). 본 장

Table 2. Characteristics of Stretch Sensor Samples

Test Item	Test Result
Material	Basic
Mixed Rate (%)	67:33 Polyester: Polyurethane
Thickness (mm): KS K 1308:2021	1.48
Tensile Strength (N): KS K 1308 : 2021	754
Tensile Stretch (%): KS K 0642.8.16.1:2016	46.5
Elongation Recovery Rate (%): KS K 0642.8.16.2:2016 Method D (Recurrent Mental Field Method)	96.3

갑으로 피험자의 낚시 시 움직임을 감지하고 그에 따른 횃수를 측정하는데 성공하였다. 이러한 결과는 루어낚시를 하는 사람들이 본인의 움직임 정도를 파악하고 적절한 휴식을 취함으로써 통증을 예방하며 보다 퀄리티가 높은 낚시를 즐기는 데에 사용될 수 있음을 나타내고 있다.

3. 알람을 통한 동작 인식 가능

캐스팅 동작과 랜딩 동작을 반복하면서 설정한 횃수만큼 부저가 울렸는지 확인하였고, 그 결과 설정한 30회와 60회에 부저가 울리는 것을 확인하였다. 움직임에 대해 피험자 스스로가 숫자를 통해 인식하고, 일정 숫자에 도달할 때에는 휴식을 취함으로써 낚시 후 올 수 있는 통증에 대해 미리 예방할 수 있다.

4. EMS 트레이닝 후 결과

프로토타입 스마트장갑을 착용한 후 측정한 손목의 가동범위(ROM)와 악력 테스트 결과는 Table 3과 같다.

안정 시 악력은 40.1kg으로 나타났으나, 캐스팅 100회 후에는 35.6kg으로 악력이 감소한 것을 확인할 수 있다. 캐스팅 100회 후 EMS 트레이닝을 마치고 측정한 결과에서는 41.7kg으로 다시 회복하여 악력이 증가한 것을 볼 수 있다.

손목의 가동범위를 측정한 결과, 안정 시에는 DF 44.3도, PF 42.5도로 나타났다. 캐스팅 100회 후에는 DF 37.3도, PF 34.1도로 손목의 피로도로 인해 각도가 감소한 것을 볼 수 있다. EMS 트레이닝 이후에는 다시 회복하여 DF 47도, PF 45도로 손목의 가동범위가 더 늘어난 것으로 나타났다.

실험 결과에 따르면, 안정 시와 낚시 동작을 통한 손목 통증 발생 시, EMS 트레이닝 이전과 이후의 악력 및 손목

가동범위에 차이가 나타났다. 실험에서는 손목에 통증이 발생한 경우에 악력이 감소하였으며, EMS 트레이닝 이후에 악력이 회복되었다. 이는 손목 통증이 악력에 부정적인 영향을 미치며, EMS 트레이닝이 악력을 개선하는 데 도움이 된다는 것을 시사한다.

또한 실험 결과에 따르면 동작 실험 이후에는 손목의 가동범위가 감소한 것으로 나타났다. 이는 손목 동작이나 낚시 동작이 손목에 부담을 주어 가동범위에 영향을 미칠 수 있음을 나타내고 있다. 그러나 EMS 트레이닝 이후에는 가동범위가 개선된 것으로 나타났다. 따라서 손목 통증이나 가동범위 감소 시에는 EMS 트레이닝이 손목의 가동능력 상승에 효과적으로 적용될 수 있음을 시사하고 있다.

장갑과 스트랩의 무게는 46g이고, EMS는 16g의 제품을 착용하였다. EMS 장착시 16g이 추가되어 무게로 인해서 실험과 움직임에 큰 영향은 없었다. 손세탁으로 가볍게 세탁을 하였을 때에는, 전도성 원단 및 스냅의 기능 유지되어 일상적인 관리가 용이함을 확인하였다.

이 연구 결과는 손목 압박을 해주는 스마트장갑과 EMS 트레이닝이 루어낚시 동안 발생할 수 있는 손목 통증을 완화하고, 악력 및 손목의 가동범위를 개선하는 데 도움이 될 수 있음을 나타내고 있다.

5. 통증자각도 검사 결과

스마트 장갑 착용 후 안정 시(A)와 캐스팅 100회 이후(B), EMS 트레이닝 이후(C)의 비교 결과는 Table 4와 같다.

문항 1에서는 캐스팅 100회 동작 직후 통증이 증가하였지만, EMS 트레이닝 직후 안정 시와 같은 값인 B(캐스팅 100회 이후)>A(안정 시),C(EMS 트레이닝 이후)로 나타났다. 이는 피험자가 캐스팅 100회 이후에 지연성 근육통이

Table 3. Test Result (3 times)

Test	Rest Time	After Fishing Action	After EMS Training
GRIP(kg)	40.1	35.6	41.7
DF(°)	44.3	37.3	47.0
PF(°)	42.5	34.1	45.0

Table 4. Compared to Rest Time VAS Records and after casting 100 times VAS record and after Wristband, EMS training VAS records

Variable (Pain)		Rest Time VAS Records (A)	After Casting 100 Times VAS Records (B)	After EMS Training VAS Records (C)
VAS 1	Wrist Pain when Performing No Action.	0	4	0
VAS 2	Wrist Pain when Repeatedly Moving the Wrist.	2	5	1
VAS 3	Wrist Pain when Bending the Wrist Backwards.	3	5	2
VAS 4	Wrist Pain when Bending the Wrist Forward.	2	5	1
VAS 5	Wrist Pain when Rotating the Wrist 360 Degrees.	2	4	1
VAS 6	Wrist Pain when Lifting Six 2L Bottles at Once.	3	5	3
VAS 7	Wrist Pain when Casting with a Fishing Rod and Reel.	0	2	0
VAS 8	Wrist Pain when Landing Fish Using a Fishing Rod and Reel.	2	4	1
VAS 9	Wrist Pain during Personal Activities.	1	4	1
VAS 10	Wrist Pain when Performing Daily Tasks such as Holding a Water Cup or Brushing Teeth.	0	5	0

유발되었음을 알 수 있다. 손목을 반복적으로 움직였을 때의 통증 정도를 묻는 문항 2, 손목을 뒤로 젖혔을 때와 앞으로 꺾었을 때의 통증 정도를 묻는 문항 3과 문항 4에서는 B(캐스팅 100회 이후) > A(안정 시) > C(EMS 트레이닝 이후)로 이는 통증이 있더라도, 손목의 움직임에 EMS 트레이닝이 효과가 있음을 나타낸다. 손목을 360도로 회전하였을 때의 통증을 묻는 문항 5에서도 B(캐스팅 100회 이후) > A(안정 시) > C(EMS 트레이닝 이후)로 EMS 트레이닝 이후에 통증이 줄어들었음을 확인할 수 있다. 이는 EMS 트레이닝이 꺾임동작과 회전동작 시의 통증 저하에 효과가 있음을 확인할 수 있다. 2리터 패트병 6개를 들었을 때의 통증 정도를 묻는 문항 6에서는 B(캐스팅 100회 이후) > A(안정 시), C(EMS 트레이닝 이후)로, EMS 트레이닝 이후에 통증이 회복된 것을 알 수 있다. 릴에 로드를 결합하고 캐스팅 동작을 하는 문항 7에서는 B(캐스팅 100회 이후) > A(안정 시), C(EMS 트레이닝 이후)로 근육통으로 인한 통증을 나타내고 있지만, EMS 트레이닝 이후에 통증이 회복된 것을 확인할 수 있다. 랜딩시의 동작을 나타낸 문항 8에서는 B(캐

스팅 100회 이후) > A(안정 시) > C(EMS 트레이닝 이후)로 EMS 트레이닝 이후에 랜딩 동작에 통증이 줄어들음을 확인할 수 있다. 이로써 랜딩동작의 꺾임시 손목에 유발되는 통증 수치가 나아진 것을 확인할 수 있다. 평소에 통증을 묻는 문항 9에서는 B(캐스팅 100회 이후) > A(안정 시), C(EMS 트레이닝 이후)로 EMS 트레이닝 이후에 통증이 회복된 것을 확인할 수 있다. 문항 10에서는 B(캐스팅 100회 이후) > A(안정 시), C(EMS 트레이닝 이후)로 양치 및 물컵을 드는 것과 같은 일상생활의 동작을 할 때에 지연성 근육통이 있으면 통증이 있지만, EMS 트레이닝 이후에 통증 수치가 줄어들어, 일상 생활 시의 손목 통증에 효과가 있음을 나타내고 있다. 이와 같이 캐스팅 100회 이후의 VAS보다 EMS 트레이닝 이후에 VAS가 감소하여 EMS 트레이닝이 손목 통증 개선에 효과가 있음을 확인할 수 있다. 문항 11에서는 포인트 이동 없이 한 장소에서 1시간 이상 반복적으로 낚시할 때 손목 통증이 발생한다고 답하였다. 이는 같은 낚시 동작을 반복해서 하면 손목에 통증이 발생할 수 있음을 나타내고 있다. 장갑의 착용감을 물어본 문항 12

에서는 통증발생 시에 EMS 트레이닝을 바로 진행할 수 있어서 통증감소에 효과가 있을 것 같다고 답하고 있어, 착용한 장갑에서 EMS 효과를 적용할 필요가 있음을 나타내었다.

V. 결론

본 연구에서 개발된 스마트 장갑은 루어낚시 참여자의 손목 동작을 스마트폰을 통해 실시간으로 측정하고, 통증 발생 여부를 기록하며 알람을 통해 착용자에게 휴식을 인식시켜 주는 것에 성공적으로 활용되었다. 이를 통해 낚시 참여자는 자신의 손목 움직임이 낚시 중 얼마나 빈번하게 발생하고, 이에 따른 통증이 어떤 패턴으로 나타나는지를 스마트폰을 통해 확인할 수 있게 되었다. 특히, 캐스팅 동작과 랜딩 동작 시의 손목 움직임을 숫자와 부저를 통해 쉽게 확인할 수 있다는 점이 주목할 만한 성과이다.

본 연구의 결과는 아래와 같다.

1. 스트레치 센서는 높은 신장회복률과 인장강도로 내구성이 뛰어나며, 반복적인 낚시 동작 후에도 초기 상태로 빠르게 복구된다. 스트레치 센서의 두께와 신장률이 실험 목적에 적합한 성능을 보여 루어낚시의 다양한 움직임 측정과 분석에 유용할 것으로 기대된다.

2. 피험자가 30회와 60회 동작을 수행한 실험에서 애플리케이션을 통해 동작 횟수가 정확히 확인되었으며, 설정한 값에 따라 동작이 인식되었다. 이 장갑은 낚시 중 움직임을 감지하고 횟수를 측정하는 데 성공했으며, 이를 통해 낚시인들이 자신의 움직임을 파악해 적절한 휴식을 취하고 통증을 예방하며 낚시의 품질을 높이는 데 활용할 수 있음을 보여 준다.

3. 캐스팅과 랜딩 동작을 반복한 결과, 설정한 30회와 60회에 부저가 정확히 울리는 것을 확인하였다. 이를 통해 피험자는 자신의 동작 횟수를 스스로 인식하고, 정해진 횟수에 도달하면 휴식을 취해 낚시 후 발생할 수 있는 통증을 예방할 수 있다.

4. 프로토타입 스마트장갑을 착용한 후 손목의 가동범위(ROM)와 악력을 측정할 결과, 캐스팅 100회 후 악력은 40.1kg에서 35.6kg으로 감소했으나, EMS 트레이닝 후 41.7kg으로 회복되었다. 손목의 가동범위는 안정 시 DF는 44.3도에서 37.3도로 감소하였고, PF는 42.5도에서 34.1도로 감소하였다. EMS 트레이닝 후 DF는 47도로 개선되었고, PF는 45도로 손목의 가동범위가 개선되었다.

손목 통증과 피로가 악력 및 가동범위를 감소시키며,

EMS 트레이닝이 이를 효과적으로 회복시킨다는 것을 나타내고 있다. 또한 스마트장갑과 EMS 트레이닝이 루어낚시 중 발생할 수 있는 손목 통증을 완화하고, 손목 기능을 개선하는 데 유용하다는 것을 확인할 수 있었다.

장갑과 스트랩의 무게는 46g이고, EMS는 16g의 제품을 착용하였다. 무게로 인해서 실험과 움직임에 큰 영향은 없었다. 손세탁으로 가볍게 세탁을 하였을 때에는, 전도성 원단 및 스냅의 기능이 유지되어 일상적인 관리가 용이함을 확인할 수 있었다.

5. VAS에서는 캐스팅 100회 이후 통증이 발생하였고, EMS 트레이닝 이후 통증이 감소하였다. VAS 결과를 보았을 때 EMS가 손목 통증 개선에 효과적임을 확인했다. 이를 통해 스마트 장갑과 EMS 트레이닝이 낚시로 인한 손목 통증을 완화하고 일상 생활의 손목 기능을 개선하는 데 유용할 수 있음을 나타내고 있다.

본 연구의 성과는 스트레치 센서와 아두이노를 활용한 스마트 장갑의 기능이 루어낚시 뿐만 아니라 허벅지, 무릎, 엘보우 등 다양한 부위에 적용될 수 있다는 가능성을 제시하고 있다. 이러한 접근 방식은 스마트 웨어러블 기술을 통해 다양한 운동 및 활동의 측정 및 향상을 위한 응용 프로그램에 활용될 수 있을 것이다. 향후 연구에서는 루어낚시 이외의 분야에서도 이 기술을 활용하여 다양한 운동 및 행동 패턴을 분석하는 방향으로 확장될 수 있을 것이다. 단, 피험자를 1인으로 실험하였기 때문에 다양한 결과를 비교하지 못한 점은 이 연구의 한계점이기도 하다.

연구 결과를 실제 환경에서 검증하기 위해서는 바다에서 루어낚시를 통한 임상 시험이 필요하다는 점은 중요한 관찰 사항이다. 바다에서의 낚시는 다양한 환경 조건과 상황에서 이루어지기 때문에, 실제 상황에서의 착용 경험과 성능 평가가 연구의 완성도를 높일 수 있다.

낚시 동작에 최대한 간섭이 없고, 센서와 디바이스의 통합을 향상시키고, 착용자의 편의성과 효율성을 고려한 장갑 디자인을 개선하는 것이 중요하다. 소리의 크기를 설정할 수 있는 부저를 달아서 개인차에 맞게 조절할 수 있는 기능과, 사용자가 수행한 낚시 데이터를 저장하고 분석할 수 있게 한다면, 건강상태를 모니터링 하고 개선할 수 있는 기회를 제공할 수 있다.

향후 연구에서는 실제 바다에서의 낚시 상황을 재현하고, 여러명의 피험자들의 피드백을 수집하여 장갑의 실제 활용 가능성과 성능을 평가하는 추가적인 연구를 진행할 예정이다.

References

- Application Layout of Smartreels. (n.d.). [Photograph]. *Daiwa*. Retrieved October 5, 2024, from https://www.daiwa.com/jp/fishing/item/special/product/im_z_limit_breaker_tw-c/connecting-system.html
- Bonse of the Hand. (2018, August 5). [Photograph]. *Geekymedics*. Retrieved October 5, 2024, from <https://geekymedics.com/bones-of-the-hand/>
- Cho, N. B. (2021). *Short-term and long-term effect of oral and pharyngolaryngeal strength training on voice using mobile healthcare application in older adults* (Unpublished master's thesis). Yonsei University, Seoul, Korea.
- Choi, Y. S., Park, J. H., & Kim, J. Y. (2022a). A study on the effect of EMS wrist guards for wrist tunnel syndrome in lure-fishing participants. *Science of Emotion & Sensibility*, 25(1), 115-128. doi:10.14695/KJSOS.2022.25.1.115
- Choi, Y. S., Park, J. H., & Kim, J. Y. (2022b). The development of stretch sensors for measuring the wrist movements for people using fishing lures. *Science of Emotion & Sensibility*, 25(3), 77-90. doi:10.14695/KJSOS.2022.25.3.77
- Clinical Abbreviation Research Group. (2020). *의학, 간호 약어해설사전* [Medical and Nursing Abbreviations Glossary]. Incheon, DaeKwang Medical.
- Doucet, B. M., Lam, A., & Griffin, L. (2012). Neuromuscular electrical stimulation for skeletal muscle function. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, 85, 201-215.
- Fishing Lure. (n.d.). [Photograph]. *duel*. Retrieved November 7, 2024, from <https://www.duel.co.jp/products/detail.php?pid=1382#&gid=null&pid=1>
- Ha, I. H., & Lee, Y.C. (2022). A study on the legislative improvements for safety management of fishing boats. *The Korea Institute Of Maritime Law*, 34(3), 71-104. doi:10.14443/kimlaw.2022.34.3.4
- Iijima, S. (1991). Helical microtubules of graphitic carbon. *Nature*, 354(6348), 56-58. doi:10.1038/354056a0
- Jang, J. C., Park, J. H., & Kim, J. Y. (2021). Development of stretch sensors to measure thigh motor capacity. *Journal of Fashion Business*, 25(5), 99-113. doi:10.12940/jfb.2021.25.5.99
- Kemmler, W., Stengel, S., Schwarz, J., & Mayhew, J.L. (2012). Effect of whole-body electromyostimulation on energy expenditure during exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 240-245. doi:10.1519/JSC.0b013e31821a3a11
- Ken Schulz. (1991). *Ultimate Book of Freshwater Fishing*. USA: BDD Promotional Book Company.
- Kim, J. S., Park, J. H., & Kim, J. Y. (2020). Development of smart soccer socks using a textile stretch sensor: Focused on middle school girls between the ages of 14 and 15. *Journal of Fashion Business*, 24(3), 17-29. doi:10.12940/jfb.2020.24.3.17
- Kim, W. (2008). *A study on the participation satisfaction and the participation motivation of the lure fishermen* (Unpublished master's thesis). Kyonggi University, Suwon, Korea.
- Koh, J. O. (2018). Effects of self-microcurrent massage on delayed onset muscle soreness (DOMS) and sit and reach: A preliminary study. *Journal of Sport and Leisure Studies*, (73), 463-470. doi:10.51979/KSSLS.2018.08.73.463
- Lee, S. H., & You, S. H. (2014). Mobile healthcare application status and forecast. *Korea Information Strategy Development Institute*, 26(17), 1-23.
- LEE, J. G. (1999). *베스낚시* [Largemouth bass fishing]. Seoul: Samhomedia.
- Lee, J. I., & Jung, H. T. (2008). Technical status of carbon nanotubes composites. *Korean Chemical Engineering Research*, 46(1), 7-14.
- Ministry of Oceans and Fisheries. (2021). *낚시산업 실태 조사 및 발전방향 연구* [Fishing industry survey and development direction research report], 160p
- Park, J. Y. (2018, June 28). 고기 낚다 몸 망가질라...손목·허리 통증 빈번. [Fishing will ruin your body... Frequent wrist and back pain]. *Jhealthmedia*. Retrieved October 5, 2024, from https://jhealthmedia.joins.com/article/article_view.asp?pn=19263
- QR Code Mobile Phone Connection Screen. (n.d.).

- [Photograph]. *MIT App Inventor*. Retrieved October 5, 2024, from <https://appinventor.mit.edu>
- Song, K. W., Park, J. H., & Kim, J. Y. (2022). Using a stretch sensor about of squat ankle range of motion check socks: Focusing on men in their late 20s. *Journal of fashion business*, 26(4), 112-122. doi:10.12940/jfb.2022.26.4.112
- Yun, H. Y., Kim, S. U., & Kim, J. Y. (2021). Carbonnanotube-based spacer fabric pressure sensors for biological signal monitoring and the evaluation of sensing capabilities. *Science of Emotion & Sensibility*, 24(2), 65-74. doi: 10.14695/KJSOS.2021.24.2.65

Received (October 21, 2024)

Revised (November 6, 2024; November 20, 2024)

Accepted (November 21, 2024)

저자 박진희는 현 편집위원으로 재임 중이나 이 논문의 게재를 결정하는 데 어떠한 역할도 하지 않았으며 관련된 잠재적인 이해상충도 보고되지 않았음