한국특수체육학회지 2020. 제28권 제3호. pp. 1-15. ISSN 1226-5063 (Print)
Korean Journal of Adapted Physical Activity, 2020. Vol. 28, No. 3, pp. 1-15. ISSN 2733-9831 (Online)

특수체육에서의 3D 프린팅 기술 적용 가능성 탐색과 실제

배건환(한국체육대학교/석사과정) · **노형규***(한국체육대학교/교수)

초 록

본 연구는 4차 산업 혁명의 핵심기술 중 하나로 손꼽히고 있는 3D 프린팅(3D Printing) 기술의 장점과 특징을 토대로 특수체육 연구 분야에서의 적용 범주를 탐색하고, 나아가 특수체육의 특성을 고려한 실제 활용 사례를 제시함으로써 차후 다양한 특수체육 시행 현장에 적용할 수 있는 방향성을 제안하고자 하였다. 또한, 궁극적으로는 본 연구를 통해 3D 프린팅을 포함하여 3D 스캐닝(3D Scanning), 3D 모델링(3D Modeling) 등 3D 프린팅 관련 기술들을 특수체육에 어떻게 적용할 수 있을지 그 가능성에 대한 논의의 토대를 제공하고자 한다. 따라서 먼저 특수체육에서 3D 프린팅 기술 적용의 범주를 일상생활 활용, 오락적 활용, 경쟁적 활용 영역으로 나누어 탐색하여 그 전망을 확인하였다. 이어서, 각각의 범주와 연관된 실제 적용 사례를 제시하였다. 그 내용으로 첫째, 뇌성마비 보행 보조 3D 프린팅 개인맞춤형 인솔(Insole) 제작 사례를 들어 맞춤형 제품 및 기구의 제작에 대해 설명하였다. 둘째, 서울시보조기기센터의 맞춤형 자전거 발판 제작 사례를 제시하였다. 세 번째로는 새로운 장비의 고안에 대해 설명하며 3D 모델링으로 유니버설 디자인(Universal Design)을 적용한 핸드사이클을 디자인한 예시를 들었다. 마지막으로 장애인 스키 장비 부속품 제작에 대한 예시로 파손된 모노스키(Mono-ski)의 바인딩 결합부를 재현한 사례와 바이스키(Bi-ski) 아웃리거(Outrigger) 결합 장치 제작 사례를 제시하였다. 다품종 소량생산에 적합하다는 특징을 가진 3D 프린팅 기술은 다양한 상황과 각기 다른 대상자들의 개별적 요구가 존재하며 이에 따른 수정과 변형이 핵심인 특수체육 영역에서 유용하게 사용될 수 있을 것이다. 본 연구에서 제시한 적용 사례와 활용 방안을 토대로 향후 특수체육 연구에서 3D 프린팅 기술을 적절히 활용한 후속 연구들이 꾸준히 이어질 수 있기를 기대한다.

주요어 : 4차 산업 혁명, 3D 프린팅, 3D 모델링, 3D 스캐닝, 특수체육 장비

* rhk0019@knsu.ac.kr

www.kci.go.kr

Ⅰ. 서론

4차 산업혁명의 시대가 도래했다. 세계경제포럼(WEF)의 회장 클라우스 슈밥(Klaus Schwab)은 2016년 다보스 포럼의 주제를 '4차 산업혁명의 이해'로 선정하며 로봇, 공유경제, 3D 프린팅, 자율주행, 인공지능(AI) 등을 4차 산업혁명의 핵심기술로 제시했다(교육부, 2020). 그중에서도 3D 프린팅 기술은 4차 산업혁명을 주도할 대표적인 기술로, 기존의 산업구조와 생산체계에 거대한 변화의 바람을 몰고 올 것으로 주목받고 있다. 이미 2013년, 미국 버락 오바마 전 대통령은 국정연설에서 3D 프린팅이 인간이 만드는 모든 것의 제조 방식을 혁신할 것이라며 일찌감치 그 잠재력에 대해 강조한 바 있다. 실제로 3D 프린팅을 활용한 제품 제작 방식은 현대 산업 분야 전반에 걸쳐 그 영향력을 계속 확대해가고 있다. 세계 각국은 3D 프린팅 기술을 선도할 수 있는 위치에 올라서기 위해 대규모 투자를 이어가고 있으며, 관련 산업 육성에 아낌없는 지원을 쏟아붓고 있다. 우리나라 또한 3D 프린팅 기술을 4차 산업혁명을 이끄는 제조업 발전 핵심기술로 주목하고 3D 프린팅 종합지원센터 건립, 관련법 개정 등 해당 산업의 장려 및 기술 이용 활성화를 위해 투자하고 있다(양대승, 2018).

3D 프린팅 기술이 현대 사회에서 주목받는 데에는 명확한 이유가 있다. ICT(Information and Communications Technologies)의 발달로 네트워크 연결성이 폭발적으로 증가했고, 소비자는 많은 양의 정보들을 스스로 취사선택할 수 있게 되었다. 이를 통해 소비자들은 기업에 의해 표준화된 제품을 구입하는 것이 아닌 자신을 표현할 수 있는 소비에 과감해졌다. 이런 희소성 있는 소비에서 기쁨을 경험하고, 새로운 코드로 자신만의 의미를 창출하고 싶어 하는 경향도 나타났다(김하연, 2018). 소비자들 사이에 자신만의 개별적인 정체성이 내재된 개인화 상품을 갖고 싶은 욕구가 생긴 것이다. 이러한 변화에 발맞추어 시장 전략 역시도 가격, 성능에 집중하던 1차원적 접근에서 벗어나 사용자의 편의성, 가치만족의 극대화 등 소비자의 감성을 움직이는 소비자 중심주의 전략이 강세를 띄게 되었다(한국정보화진흥원, 2010).

기업들은 이런 사회적 흐름을 반영해 상품 요소 일부에 소비자 취향이 반영된 개인맞춤형 상품을 내놓기도 했다. 하지만 제품 제작에 비교적 장시간이 소요되고, 가격에 있어서도 대량생산되는 양산품보다 높게 책정되는 등 효율성에서 인정받지 못하며 대중화되지 못하고 있는 현실이었다(김하연, 2018). 이러한 상황에서 3D 프린팅 기술의 등장은 가히 혁명적이었다. 각각의 고유한 디자인을 원하는 다양한 소비자층의 수요 변화에 유동적으로 대응하면서도 생산비용이나 제작 기간 등의 세부 요소를 효율적으로 절약할 수 있는 특징을 보유하고 있었기 때문이다(김현란, 변영웅, 이병서, 조우석, 이동현, 2015).

기존 사회에서는 장애인들이 사회활동에 참여하는 것에 있어 많은 제약이 있었다. 체육활동의 참여 또한 그중 하나였다. 특히, 별도의 장비를 필요로 하는 종목의 경우에는 개별화, 맞춤화된 장비가 필요한 장애인들에게 더더욱 진입장벽이 높을 수밖에 없었다. 문화체육관광부의 2019년 장애인 생활체육 조사 결과보고서에 따르면, 체육시설의 이용 편의성 향상을 위한 요건 조사에서 1순위 혹은 2순위로 꼽힌 항목을 종합했을 때 '체육시설까지 쉽게 이동을 위한 지원'에 이어 '장애인용 운동용품, 기구 및 장비'가 두 번째로 높은 비율을 차지하였다. 또한, 운동시 보완이 필요한 사항에 관한 조사에서도 '비용 지원'에 이어 '장애인용 운동용품 및 장비'가 두 번째에 위치해 이에 대한 요구가 높다는 것을 확인할 수 있다. 이렇듯 실제로 특수체육 상황에서 개인의 요구에 따른, 혹은 종목의 특성상 맞춤 장비를 요하는 상황은 흔히 발견할 수 있었다. 하지만 앞서 언급했던 바와 같이 근래까지의 산업구조에서는 금형을 이용한 제품의 대량생산방식이 주를 이루었기 때문에 채산성을 우선시하는 기업에게 있어 개인을 위한 단 하나의 제품 생산을 한다는 것은 비용과 시간, 모든 측면에서 비효율적이

www.kci.go.kr

었다. 이러한 이유로 기존 사회에서는 자신에게 최적화된 맞춤 장비를 쉽게 구할 수도 없을뿐더러, 어렵사리 찾는다고 해도 그 가격이 개인이 감당할 수 없는 수준인 경우가 많았다. 이와 관련해 서은정, 원영신, 정경환(2019)는 용품의 경제성을 '용품을 구매하여 사용하고자 할 때 투입되는 비용, 시간 그리고 편리성'이라고 설명하며 아무리 우수한 용품이라고 하더라도 높은 가격 탓에 구입하기 힘들다면 그 용품의 경제성이 낮은 것이라고 언급한 바 있다. 기존 사회에서는 장애인들이 체육활동에 참여하기 위해 필요한 용품들이 부족했을뿐더러, 어렵사리 적절한 용품을 찾는다고 하더라도 수입품인 경우가 대부분이라 물건을 받는 데에 시간이 오래 걸리고, 비싼 가격 탓에 구매하기가 힘든 여건이었다. 즉, 기존에 장애인들이 접할 수 있는 체육활동 관련 용품의 경우 경제성이 매우 낮게 형성되었다고 할 수 있다.

이러한 상황에서 4차 산업혁명의 대표적 기술인 3D 프린팅은 특수체육 현장 분야의 요구에 대한 답이 될 수도 있을 것이라 판단된다. 대상자의 특별한 필요와 요구에 맞는 도구, 방법, 규칙의 수정 및 변형이 핵심인 특수체육에 있어 단기간, 저비용에 단순한 생산절차로 다양한 개인맞춤형 제품의 소량제작이 가능한 3D 프린팅과의 접목은 필연적이라고도 할 수 있다. 다른 분야들과 마찬가지로 4차 산업혁명이라는 거대한 물결을 맞이하게 될 특수체육 분야는 3D 프린팅이 적재적소에 중요한 역할을 해낼 수 있는 블루오션과도 같다.

현재까지 3D 프린팅과 관련된 특수체육 분야의 연구는 전무한 실정이다. 이에 따라 본 연구는 특수체육 분야에서 3D 프린팅 기술 적용의 범주를 탐색하고, 나아가 특수체육의 특성을 고려한 실제 활용 사례를 제시함으로써 차후 다양한 특수체육 시행 현장에 적용할 수 있는 방향성을 제시하고자 한다. 또한, 궁극적으로는 본 연구를 통해 3D 모델링, 3D 스캐닝, 3D 프린팅 등의 3D 프린팅 관련 기술을 특수체육에 어떻게 적용할 수 있을지 그 가능성에 대한 논의의 토대를 제공하고자 한다.

Ⅱ. 3D 프린팅과 특수체육 적용 분야 범주 탐색

1. 3D 프린팅과 관련 기술의 개념

기술적인 측면에서 보면, 3D 프린팅은 금형을 만들어 주조 등으로 부품을 제작하고 다시 이 부품을 조립하여 최종 완성품을 만들던 전통적인 제조 방식(고재경, 2014)에서 불가능했던 일들을 가능하게 해주고 있다.

별도의 부품조립 과정을 거칠 필요가 없기 때문에 전반적인 생산 공정 과정이 간략화되었고 금형 생산 공정과 관련된 비용이 없어지는 대신 소재의 효율성은 증가하였다. 또한, 내부 가공 형태와 외부 형상의 설계에 있어 디자인 구현의 제약이 사라졌고 이를 통해 불필요한 부분의 무게를 줄이고 재료를 절감할 수 있으며 기능적으로도 효율을 극대화할 수 있게 된 것이다(김천환, 2017). 이러한 3D 프린팅과 금형을 활용한 기존 공정 과정의 특징 및 장단점은 다음에 제시된 <표 1>을 통해 비교해볼 수 있다.

표 1. 기존 공정(금형)과 3D 프린팅의 특징 및 장단점 비교

구분	기존 공정(금형)	3D 프린팅
제조 방식	금형으로 부품 생산 후 조립하여 완성품 제작	조립 없이 한 번에 완제품 생산 가능
강점 분야	대량생산에 효율적	맞춤형 생산에 효율적 (다품종 소량생산)
장점	- 단순 형태 제품 제작 - 대량생산 시 단가 감소	- 복잡한 형태 제품 제작 - 시제품 제작 용이 (비용, 시간 절감) - 프린터 1대로 여러 종류 제품 생산 - 내부구조 제약 없음 - 도면 데이터의 유통을 통해 원하는 장소에서 출력 가능
단점	- 소량생산 시 비효율적 - 제품 복잡도에 따라 생산 비용 달라짐 - 금형 하나로 한 종류 제품 생산	- 단일 제품 대량생산 시 비효율적 - 출력소재, 크기, 속도의 제한

미래창조과학부, 산업통상자원부(2014). 3D 프린팅 산업 발전전략[案].

www.kci.go.kr

3D 프린터는 층(Layer)을 쌓아 올리는 방식과 활용 재료에 따라 다양하게 구분할 수 있다(백상흠, 2015). 대표적인 출력 방식으로는 FDM, SLA, SLS가 있으며 활용되고 있는 소재로는 PLA, ABS, TPU, PC, 나일론, 금속, 목재 등이 있다.

먼저, 다양한 출력 방식들 중에서도 FDM은 3D 프린팅에서 가장 기본적이고 많이 사용되는 방식이다. 다른 방식들에 비해 사용법, 작동 원리 면에서 간단하고 저렴하여 개인 사용자에게적합하지만 출력 시간이 오래 걸리며 정밀도가 떨어지는 단점이 있다(안상준, 2018). SLA는 가장 오래된 방식으로, 레이저에 닿으면 경화되는 액상수지(Resin)를 활용한다. 결과물이 정교하고 출력 표면이 매끈하지만 강도가 약하고 재료의 취급이 어렵다(안창현, 2014). SLS는 플라스틱을 분말화하여 레이저로 적층하는 방식이다. 다양한 원료를 사용할 수 있고 견고하지만 후처리 과정이 복잡하고 장비와 출력 비용이 비싸다(김천환, 2017).

3D 프린터는 용도와 출력 방식에 따라 다양한 재료들을 선택하여 사용할 수 있는데 PLA, ABS, TPU, PC 등이 대표적이다. 먼저 PLA(Poly Lactic Acid)는 옥수수, 감자 전분, 사탕수수 등 재생 가능한 식물 추출 원료로 만들어진 무독성 친환경 재료이다. 강도가 강하고 녹는 점이 낮아 휨, 균열 등이 덜하지만 유연성이 떨어진다는 특징이 있다(변희진, 2016). ABS(Acrylonitrile Poly-Butadiene Stryene)는 가공이 용이하고 인장, 충격과 굴곡 강도가 뛰어나다. 레이어(Layer)가 잘 접착되고 녹는점이 균일하지만 크랙(Crack)이 발생하기도 한다(허서윤, 2015). TPU(Thermoplastic Poly Urethane)의 경우 탄성과 유연성, 내마모성이 뛰어나지만 강도가 떨어지며 출력 조건이 까다로운 편이다(이시창, 2018). PC(Polycarbonate)는 엔지니어링 플라스틱의 한 종류로 유연하고 내열성과 내충격성, 가공성이 우수하지만 후가공이 어려운 편이다(안상준, 2018).

3D 프린터에서 제품을 출력해내기 위해서는 프린팅할 제품을 설계하는 과정이 필요하다. 이를 위해 사용되는 것이 3D 모델링 소프트웨어(3D Modeling Software)다. 3D 모델링은 사용자가 스스로 자신의 아이디어를 실체로 만들어내고 디지털화하는 최초의 단계다(이경준, 2018). 대표적인 프로그램으로는 3ds Max, Zbrush, Maya, Rhinoceros, Solidworks, Catia 등이 있으며, 활용 분야와 용도에 맞게 선택하여 사용한다. 3D 모델링 소프트웨어를 통해 제작한 데이터는 언제든지 수정이 가능하며 데이터 파일도 쉽게 공유할 수 있다는 장점이 있다.

3D 모델링 소프트웨어를 통해 만들고자 하는 제품의 데이터를 제작하고 나면 이를 분석해 3D 프린터의 동작 명령어로 변환해줄 소프트웨어가 필요한데 이를 슬라이서(Slicer)라고 한다. 슬라이서를 거쳐 데이터는 G-코드(G-Code)로 변환되며 출력물이 안정적으로 출력될 수 있게 해주는 서포트(Support) 설정이나 내부 채움(Infill) 등과 같은 출력 세부 사항들을 프로그램 내에서 조정할 수 있다.

3D 스캐너(3D Scanner)는 특정 물체 혹은 신체 부위의 3차원 형상 관련 정보를 데이터화하여 표현해내는 장치다. 과거에는 장비 가격이 비싼데다 사용 시 전문성이 요구되어 접하기 힘들었지만 최근에는 비교적 단순해진 사용법과 휴대성, 정밀도 등에서 많은 개선이 이루어져 그 활용 분야가 더욱 확대되었다(신지욱, 김태성, 2016). 3D 모델링 소프트웨어, 3D 프린터와 연계하여 사용할 시 더욱 유용하게 활용할 수 있다.

2. 특수체육과 3D 프린팅

3D 프린팅 기술에 대한 연구와 적용이 비교적 활발하게 이루어지고 있는 국외 사례와 달리 우리나라에서는 장애인 스포츠는 물론이고 비장애 스포츠 분야에서도 3D 프린팅 기술의 적용이 아직 특정 사례에만 국한되고 있는 상황이다. 스포츠 분야에서 3D 프린팅 관련 연구가 극히 미비하게 이루어진 것이 이러한 상황을 대변한다고 볼 수 있다(김범호, 추종호, 주성범, 2016). 그러므로 3D 프린팅 기술의 장애인 스포츠 현장 적용에 앞서, 이를 특수체육의 관점

www.kci.go.kr

에서 범주화하여 살펴보는 것이 필요하다고 판단된다. 따라서 특수체육 활동의 활용 분야를 노형규(2020)가 제시한 일상생활 활용, 오락적 활용, 경쟁적 활용으로 나누었고 이에 따라 특수체육에서 3D 프린팅 기술 적용의 범주를 탐색해보고자 하였다.

1) 일상생활 범주 활용

일상생활 활용의 영역은 자세 유지, 보행 등 기초움직임과 관련이 깊다. 운동발달 과정에서 기초움직임 단계는 향후 다양화되고 세부적인 운동기술의 수행을 위한 '목가누기'부터 '보행'까지의 적응 및 기술 습득 과정이다(노형규, 2020). 따라서 일상생활 내에서 이러한 기초움직임과 관련하여 필요로 하게 되는 다양한 장비들에 대해 3D 프린팅으로 맞춤형 기구를 제작하는 사례들을 고려해볼 수 있다.

실례로, 이진렬, 손장완, 김병욱(2018)은 뇌졸중 편마비환자의 경직된 관절 재활을 위한 3D 프린팅 개인맞춤형 발목관절보조기기의 개발 과정을 제시하며 향후 재활치료보조기의 제작에 있어 효율성을 높일 수 있는 방안으로 3D 프린팅 기술의 활용을 제안하기도 했다. 재활보조기기의 경우 대상자별 개인 맞춤 제작의 필요성이 매우 높은 편이며 현재는 제작에 있어 투입되는 장시간, 고비용의 문제와 비환자중심 제품 개발환경 등 다양한 문제에 직면한 상황(이진렬 등, 2018)이기에 3D 프린팅 기술의 의료기기 및 재활치료기기 산업 분야 적용은 많은 기대를 모으고 있다.

특수체육 대상자들의 경우 일상적인 신체활동 과정에서 각기 다른 뼈 구조 및 손상 부위에 따라 개인맞춤형으로 제작되는 보호용 장비가 필요한 상황도 있다. 영국 런던의 Cavendish Imaging 사는 3D 프린팅 기술을 활용하여 다양한 치과 및 의료(Dental and Medical) 제품을 제작하는 회사로, 보호용 스포츠 마스크(Protective Sports Masks) 역시 이 회사의 대표적인 제작물 중 하나이다. 이러한 보호 장비는 손상 부위 보호 기능뿐만 아니라 다른 부위의 충격 및 부상 가능성을 감소시켜주는 예방의 기능도 할 수 있다. 이렇듯 신체 균형, 보행 등과 연관된 분야뿐만 아니라 기초움직임에 기반한 일상생활 내에서의 보호 및 부상 예방 차원의 장비 제작까지도 고려한다면 특수체육 내에서 일상생활 활용과 관련된 3D 프린팅 기술 접목 가능 범위는 더욱 확장될 수 있을 것으로 판단된다.



그림 1. 스포츠 보호 마스크
(Custom Protective Sports Masks, 2017)

2) 오락적 범주 활용

소근 및 대근 운동기술 그리고 더 나아가 종목 관련 간이게임이나 생활체육 영역에서 역시도 개인 사용자의 편의와 만족도에 집중한 기구 제작을 고려해 볼 수 있다. 참고해볼 만한 3D 프린팅 제품 제작의 대표적인 예로, 골프 종목의 3D 프린팅 기구 제작 사례가 있다.

골프의 퍼팅 자세는 그립(Grip)뿐만 아니라 미세한 팔의 각도와 힘 조절이 중요하며 이를 위한 반복 연습이 필요한데, 이러한 자세를 안정적으로 형성하는 것을 돕기 위한 팔 자세 고정용 기구가 <그림 2>와 같이 제작되어 사용된 바 있다.

특수체육 활동 내에서 종목 관련 간이게임을 시행하는 경우 미세한 동작을 제어하는 것에서부터 큰 동작을 구현해내는 것까지 소근 및 대근 운동기술이 상황에 따라 다양하게 요구되기도 한다. 그렇기 때문에 골프의 퍼팅 자세 보조용 기구와 같이 대상자 특성에 따라 개인이 필요로 하는 기구를 별도 제작해야 하는 상황은 빈번하게 발생한다. 이러한 경우 손상 부위와 정도에 따라, 또 개인의 잔존

www.kci.go.kr



그림 2. 퍼팅 자세 보조용 기구(Subic, 2019)

신체 능력에 따라 맞춤형 장비에 대한 요구사항은 천차만별이 될 수 있다. 하지만 3D 프린팅 기술을 활용하여 기구를 제작하는 경우 개인의 요구에 맞는 기구를 복잡한 제작 과정을 거칠 필요 없이 빠르게 맞춤형으로 제작할 수 있으며, 용기구 제작에 있어 특정 각도와 규격을 금형 제조에 적합하게 정해야만 했던 기존의 생산 방식과 달리 디자인과 형태의 제약이 없다는 점에서 큰 장점을 지닌다.

한편, 수상에서 이루어지는 체육활동에서도 맞춤형 장비 제작을 다양하게 고려해 볼 수 있다. 예를 들어, 카누의 경우 배 위에서 패들(Paddle)을 저어 방향과 속력을 조절하게 되는데 마비 등으로 인해 소근육조절에 어려움을 겪거나 패들을 안정적으로 잡는 것이 힘든 경우 보조 패들 그립(Assistive Paddling Grip)과 같은 기구를 사용자의 특성에 맞게 제작하여 사용할 수 있다.

이밖에도 3D 프린팅 기술의 접목을 통해 다양한 장비들의 효율적인 다품종 소량생산 시스템이 구축된다면 오락적 범주 내에서도 각기 다른 대상자들의 장비 및 기구에 대한 개별적 요구를 충족하는 것에 있어 다방면으로 많은 이점이 있을 것으로 보인다.

3) 경쟁적 범주 활용

전문스포츠 선수들을 위한 맞춤형 장비 제작 영역에서는 3D 프린팅 기술의 활용이 비교적 적극적으로 이루어진 편이다. 2016 리우 패럴림픽에서 미국 패럴림픽 육상 국가대표팀은 3D 스캐닝과 3D 프린팅 기술로 제작한 경주용 휠체어를 사용하였다. 이를 통해 선수마다 각자의 몸에 딱 맞는 개인맞춤형 경주용 휠체어를 사용할 수 있었으며 주행 시 항력을 15%까지 감소시켰다고 한다(Scott, 2016). 한편, 라트비아 휠체어 펜싱 국가대표 선수인 Polina Rozkova는 <그림 4>와 같이 3D 프린팅으로 제작한 개인맞춤형 허리보조기(Back Brace)를 착용하고 경기에 참여한 바 있으며 대회 후 인터뷰를 통해 해당 장비의 심미적, 기능적 요소에 대한 큰



그림 3. 3D 프린팅 보조 패들 그립(Scott, 2015)



그림 4. 3D 프린팅 허리보조기(Mendoza, 2016)

www.kci.go.kr

만족감을 드러내기도 했다(Mendoza, 2016).

한편, 독일의 패럴림픽 국가대표 사이클 선수이자 2012 런던 패럴림픽 사이클 은메달리스트 Denise Shindler 역시 2016 리우 패럴림픽에서 3D 프린팅으로 제작된 스포츠 의족(Sports Prosthesis)을 사용하였으며 해당 제품은 공기역학적 설계가 반영되었을 뿐 아니라 3D 스캐너를 사용하여 다리에 정확하게 들어맞도록 제작되었다(Hobson, 2016).



그림 5. 스포츠 의족 제작을 위한 3D 스캐닝
(Hobson, 2016)

미국의 일리노이 대학(University of Illinois)에서는 대학 내 휠체어 경주(Wheelchair Racing) 선수의 손에 꼭 맞고 편안함을 느낄 수 있는 3D 프린팅 개인맞춤형 장갑을 자체 제작하기도 했다. 3D 스캐닝, 3D 모델링, 3D 프린팅을 거친 제작 과정을 통해 기존 장갑에 비해 무게를 100g을 줄였을 뿐 아니라 제작 비용 또한 1/80 수준으로 감소시켰다(Plocek, 2015).



그림 6. 휠체어 경주 선수를 위한 맞춤형 장갑
(Plocek, 2015)

개인맞춤형 장비의 제작 과정이 복잡하고 어려웠던 기존의 경우에는 일정한 규격에 맞추어 제작되는 기성품이 불편하더라도 그냥 사용하거나 제품 사용자가 자신에게 편하게 맞추기 위해 스스로 장비를 다듬어야만 하는 상황이 빈번하게 발생했다. 또, 그렇게 다듬어놓는다 하더라도 제품이 파손, 분실될 경우에는 똑같은 복제품을 만들어내는 것이 사실상 불가능에 가까웠다.

하지만 3D 스캐닝, 3D 모델링, 3D 프린팅 기술이 스포츠 분야에서 본격적으로 활용되기 시작하면서 효율적이고 간편한 맞춤형 장비의 제작이 가능해졌고 수작업으로 직접 장비를 다듬는 경우 발생하는 문제들도 해결점을 찾게 되었다. 이러한 상황들로 미루어보았을 때, 차후에는 장애인 스포츠 분야에서 3D 프린팅을 활용한 맞춤형 장비들의 제작이 더욱 적극적으로 이루어질 것으로 기대된다.

Ⅲ. 특수체육에서의 3D 프린팅 기술 적용사례

앞선 내용을 통해서는 특수체육에서의 3D 프린팅 기술 적용 범주를 일상생활 활용, 오락적 활용, 경쟁적 활용으로 나누어 탐색해봄으로써 여러 가지 상황에서 요구되는 장비들에 대해 살펴볼 수 있었다. 장비의 독특성, 대상자의 개별적 특징 등 특수체육이 가지는 다양한 특성상, 일상생활, 오락적, 경쟁적 활용을 아우르며 3D 프린팅 기술의 접목이 성공적으로 이루어진다면 그 적용 가능 범위는 무궁무진하다고 할 수 있다. 따라서 본 장을 통해 제시되는 실제 활용사례의 내용을 토대로 더 많은 시도들이 적극적으로 이루어진다면 향후 특수체육 분야에 3D 프린팅 기술을 유용하게 접목한 사례의 폭을 더욱 넓힐 수 있을 것으로 판단된다.

www.kci.go.kr

1. 뇌성마비 보행 보조 개인맞춤형 인솔 제작

앞서 금형을 이용한 기존의 공정과정과 3D 프린팅을 비교하며 밝혔던 내용과 같이 3D 프린팅을 활용한 제작 방식의 가장 큰 장점은 다품종 소량생산이 가능하다는 것이다. 이는 개인맞춤형 제품을 생산하기에 적합하다는 뜻이기도 하다. 주로 규격화된 제품 위주로 만들어내는 대량생산 시스템에서는 접근이 힘들었던 영역이었으나 3D 프린팅 기술의 발전은 이러한 장벽을 무너뜨리고 있다.

대상자 개인의 요구에 맞게 수정 및 변형을 제공하는 특수체육에 있어 효율적으로 개인맞춤형 제품의 생산이 이루어질 수 있다는 것은 큰 의미를 지닌다. 예를 들어, 족부의 변형으로 보행에 어려움을 겪는 뇌성마비 장애인(김남희, 허정선, 2019)들을 위한 개인맞춤형 인솔(Insole)을 제작하는 경우가 그 대표적 사례가 될 수 있다. 기존 개인맞춤형 인솔의 경우 시중에서 약 20~30만원에 판매되고 있는데, 이러한 상황에서 3D 프린터의 활용은 경제성과 기능성을 동시에 잡을 수 있는 훌륭한 방안으로 대두되고 있다(주지용, 2017).

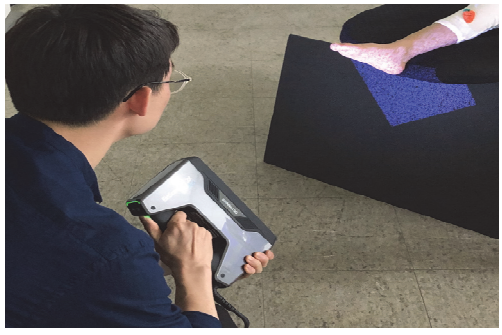


그림 7. 3D 스캐너를 사용한 족부 스캐닝

개인맞춤형 인솔의 제작을 위해서는 먼저 <그림 7>과 같이 3D 스캐너를 사용하여 인솔 사용자의 족부를 스캐닝하는 과정이 필요하며 이후 스캐닝한 데이터를 3D 모델링 소프트웨어로 옮겨와 족부에 맞는 인솔을 모델링하게 된다.

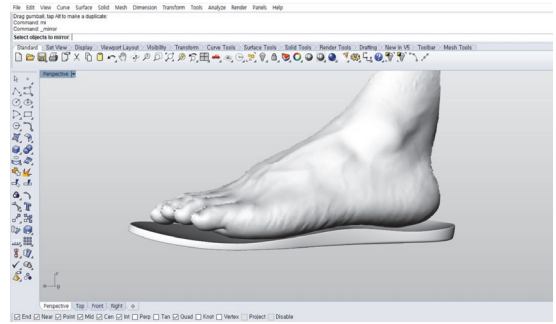


그림 8. 스캔 데이터 기반의 인솔 모델링

모델링한 파일은 3D 프린터로 옮겨져 테스트 제품으로 제작되며 테스트 제품은 사용자의 피드백을 바탕으로 세부 디자인 수정 과정을 거쳐 최종 제작물로 완성된다.



그림 9. 3D 프린팅 개인맞춤형 인솔

위 <그림 9>는 이러한 과정을 거쳐 제작된 개인맞춤형 인솔이다. 인솔제작 과정에서 족부의 스캐닝을 위해 3D 스캐너로는 EinScan-Pro 2X Plus(Hustem, Korea)를 사용하였고, 소프트웨어는 Rhinoceros 5(Rhinoceros, USA)를 활용하였으며 FDM 방식의 3D 프린터인 모멘트 M350(Moment, Korea)으로 제품을 출력하였다. 슬라이서 소프트웨어로는 Simplify 3D(Simplify 3D, USA)를 활용하였으며 인솔의 재료는 내마모성이 있고 내구성과 탄성, 유연성이 우수한 TPU 소재를 사용하였다.

2. 맞춤형 자전거 발판 제작

이외에도 3D 프린팅을 통해 결합 장치 혹은 대체

www.kci.go.kr

품을 새롭게 제작하여 기존 장비를 보완한 경우는 쉽게 찾아볼 수 있다. 현재 서울시보조기기센터에서 제작 지원 사업을 진행하고 있는 자전거 발판이 그 대표적인 사례 중 하나다. 3D 프린팅 자전거 발판은 장애아동들이 기존의 자전거를 사용할 때 발을 페달에 올려둔 상태를 유지하기 힘들거나 페달에서 발이 이탈하는 경우를 방지하기 위해 제작되었다. 뒷꿈치 지지를 통해 발을 안정적으로 올려둘 수 있으면서도 페달에 발을 고정할 수 있도록 벨크로(Velcro) 밴드를 연결할 수 있는 틈을 디자인 요소로 추가하였다.



그림 10. 3D 프린팅 자전거 발판
(서울시보조기기센터, 2019)

3. 유니버설 핸드사이클의 고안

3D 모델링 소프트웨어를 통해 기존에 존재하지 않던 장비를 새롭게 구상하고 테스트 제품을 제작하는 것 역시 3D 프린팅을 통해 가능해졌다. 생활 속에서 기존 스포츠 장비들을 사용하며 느꼈던 불편함과 개선점을 고려하여 장비를 디자인하여 새로운 장애인 스포츠 장비의 개발 및 스포츠 분야에서의 유니버설 디자인(Universal Design)도 구현이 가능하다. 다음은 3D 모델링 소프트웨어를 사용하여 직접 디자인한 장비의 모델링 예시이다.

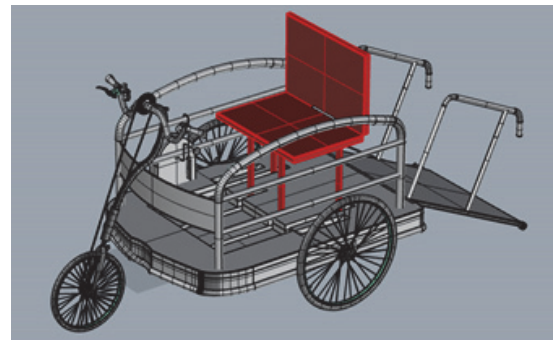


그림 11. 유니버설 디자인 적용 핸드사이클

이렇듯 3D 모델링 소프트웨어를 활용하는 경우 색감과 빛, 질감 등을 입히는 렌더링(Rendering) 과정을 추가적으로 진행하여 새로운 장비나 제품의 구체적 형상 구현 및 이를 통한 아이디어 공유가 용이하게 이루어질 수 있다는 장점이 있다. 하지만 실제로 이러한 장비의 제작 계획을 실행에 옮기는 경우, 3D 프린터마다 출력해낼 수 있는 제품의 최대 크기가 상이하고, 제작하고자 하는 것이 대형 장비인 경우에는 조립식 제작이 아닌 이상, 한 번에 완제품으로 출력해내는 것이 어렵다는 한계점도 존재한다. 따라서 3D 모델링 소프트웨어를 사용한 디자인 작업 과정에서 최종 제품을 3D 프린팅으로 제작하고자 한다면 이를 고려해 조립 부품을 개별적으로 설계하여 데이터를 제작할 필요가 있다.

4. 장애인 스키 장비 부속품 제작

1) 모노스키 바인딩 결합 부품 제작

기존에 보유하고 있던 장비나 제품들 중 일부 부품의 분실 혹은 파손으로 인해 장비 활용에 어려움을 겪고 있는 경우 3D 프린팅을 통해 단기간, 저비용으로 해당 부품의 제작이 가능해진다. 최근 장애인 스포츠 현장에서 사용되고 있는 장비들은 외국에서 생산된 제품을 수입해온 경우가 대부분인데, 이러한 경우 파손, 분실 부품을 다시 수입하는데 장시간, 고비용이 투입되는 문제가 있다. 이러

www.kci.go.kr

한 문제로 인해 고장 장비를 이러지도 저러지도 못하고 묵혀두게 되는 상황이 발생하기도 한다. 하지만 3D 스캐너를 통해 부품을 스캐닝하여 역설계(Reverse Engineering)하거나 3D 모델링을 통해 부품의 초기 디자인을 수정하게 되면 기존 부품에서 취약했던 구조의 개선 및 보완이 가능할뿐더러, 3D 프린터를 통해 디자인 변화를 준 부품을 빠르게 생산하여 다양한 테스트 역시 가능해진다. 한 번만 데이터를 제작해두면 언제든지 단시간 내에 디자인 수정 작업과 재생산이 가능하기 때문에 장비 활용도와 효율성을 높일 수 있다는 장점이 있다. 다음은 이와 관련한 실제 사례이다.

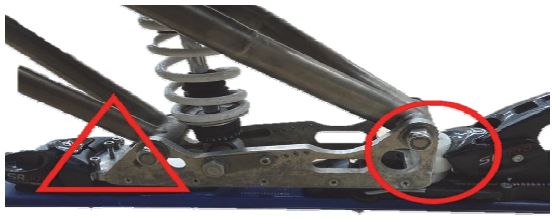


그림 12. 파손된 모노스키 바인딩 결합부

위의 <그림 12>는 장애인 좌식 스키(Sit-ski) 중 하나인 모노스키(Mono-ski) 바인딩 결합부의 모습이다. 스키와 결합하여 고정을 시켜줄 수 있는 부품이 후방부에는 존재하지만 전방부는 파손되어 나사만 남아있음을 확인할 수 있다. 이렇듯 바인딩 전방부가 스키에 고정되지 않은 상태로 주행할 경우 안정성에 문제가 발생하여 안전사고로 이어질 수도 있다. 따라서 파손 부품의 재현이 필요한 상태였으나 해당 부품의 수입에는 장시간, 고비용이 필요할 뿐 아니라 추후 다시 파손될 수 있다는 우려가 존재했다. 이에 해당 부품을 3D 프린팅으로 재현하기 위해 남아있는 후방부의 부품 형태를 참고하였으며 바인딩 앞, 뒤 세부 수치 실측을 통해 부품 설계를 진행하였다. 부품 설계에는 3D 모델링 소프트웨어인 Rhinoceros 5(Rhinoceros, USA)를 사용하였다.

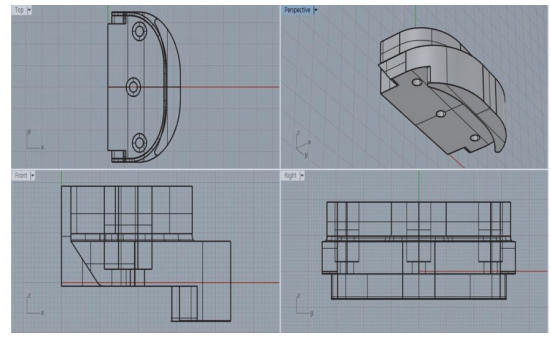


그림 13. Rhinoceros 5를 통한 부품 설계

바인딩 결합 이후 주행 내내 압력이 가해질 수밖에 없는 부위인 만큼 파손의 위험이 가장 적고 안정성 있는 부품 제작을 위해 부품 세부 구조와 크기 및 경도를 다양하게 테스트하였다. 완성된 모델링 데이터의 출력을 위해 사용한 3D 프린터는 FDM 방식의 큐비콘 SP-320C(Cubicon, Korea)였으며 해당 프린터 전용 슬라이서인 큐비크리에이터(Cubicon, Korea)를 활용하였다. 제품 소재로는 PLA를 사용하였다.

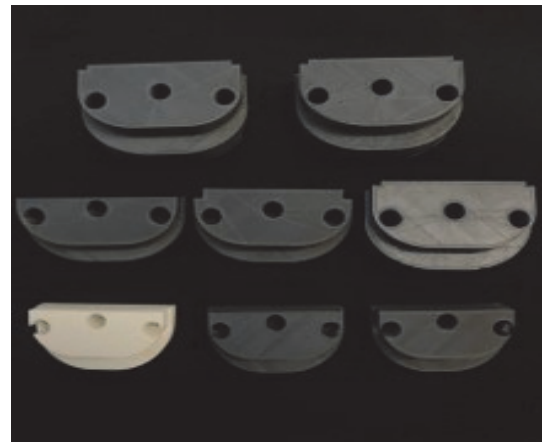


그림 14. 다양한 테스트 출력물

2) 바이스키 아웃리거 결합 장치 제작

3D 프린팅 기술을 활용할 경우 기존에 사용되던 장비에 장착할 수 있는 새로운 부품을 자체 개발하

www.kci.go.kr

여 기존 장비의 성능을 향상시키고 활용의 폭을 넓히는 효과 또한 얻을 수 있다. 단순히 기존 부품을 복제하는 것을 넘어, 기존 장비에서 발견되었던 단점과 보완사항을 종합해 이를 개선할 수 있는 부품을 새롭게 고안해내는 것이다. 서론에서 밝혔던 바와 같이, 3D 프린팅에서는 별도의 금형 제작 과정이 생략되기 때문에 잦은 디자인 수정 및 제품 테스트가 가능하다는 장점이 있다. 따라서 수차례의 테스트를 거쳐 상황과 목적에 맞도록 다양한 대체품을 제작할 수 있다. 이와 관련한 사례는 다음과 같다.



그림 15. 아웃리거 결합 장치 부착 전 바이스키

위의 <그림 15>는 모노스키와 함께 대표적인 장애인 좌식 스키 중 하나인 바이스키(Bi-ski)다. 그림을 통해 확인할 수 있듯, 바이스키의 몸체와 아웃리거(Outrigger)의 연결부 역할을 하는 측면 파이프가 후방부에 고정되어 있는데다 충분히 밖으로 나와있지

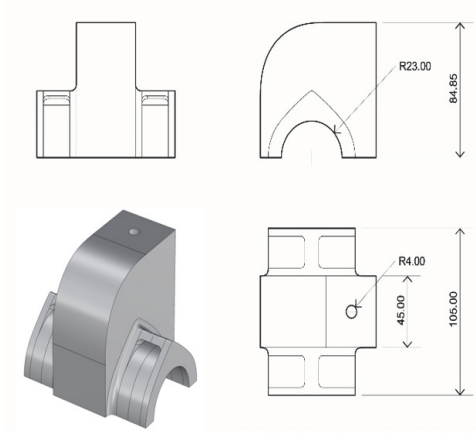


그림 16. 아웃리거 결합 장치의 설계도면

않아 탑승자가 균형을 잡기 힘들었고, 이로 인해 주행 중 스키의 안정성 역시도 부족한 상태였다. 따라서 아웃리거가 조금 더 스키의 앞쪽으로 오게 배치하면서도 양 측면으로 더 넓게 펼쳐질 필요가 있었다.

이를 위해서는 아웃리거와 스키 몸체를 연결할 수 있는 새로운 결합 장치가 필요한 상황이었으며 기존 바이스키 몸체 세부 수치의 실측과 디자인 구상 과정을 거쳐 위 <그림 16>과 같은 설계 도안을 작성하였다.

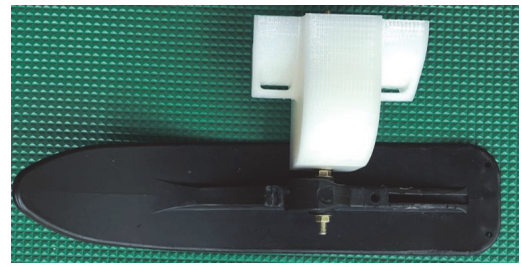


그림 17. 아웃리거 결합 장치 최종 제작물

해당 부품의 모델링을 위한 소프트웨어로는 Rhinoceros 5(Rhinoceros, USA)를 사용하였으며 3D 프린터는 모노스키 부품 제작 시 사용하였던 것과 마찬가지로 큐비콘 SP-320C(Cubicon, Korea)를 사용하였다. 슬라이서 또한 동일하게 큐비크리에이터(Cubicon, Korea)를 활용하였으며 제품 소재로는 PLA를 사용하였다.

바이스키의 사용 특성상 아웃리거 결합 장치 부분은 주행 중 눈이 쌓인 지면과 직접적으로 맞닿게 되는 상황이 빈번하게 발생하며 부품 바깥쪽의 아웃리거로부터도 자주 충격을 전달받게 되는데 이를 고려하여 쉽게 부서지지 않으면서 잦은 충격을 버텨낼 수 있는 적절한 강도를 설정하는 것이 부품 제작 시 중요하게 고려되어야 할 사항이었다. 일반적인 제품의 경우, 채움(Infill) 정도는 슬라이서 소프트웨어 내에서 보통 20% 내외로 설정되며 45%부터 고밀도로 분류된다. 최대인 100% 설정 시에는 매우 딱딱하고 무거운 대신 적층가공(Additive

www.kci.go.kr

manufacturing) 방식의 특성상 강한 충격을 받으면 한 번에 큰 균열이 갈 수 있다는 우려가 존재했다. 따라서 몇 차례의 테스트 제작 과정을 거쳐 적절한 경도(Hardness)를 가지면서도 무게감이 있고, 잦은 충격을 버텨낼 수 있도록 내부 채움 수치를 70%로 설정하여 <그림 17>의 최종 완성품을 제작하였다. 완성된 제작물을 결합한 바이스키의 모습은 아래 <그림 18>과 같다.

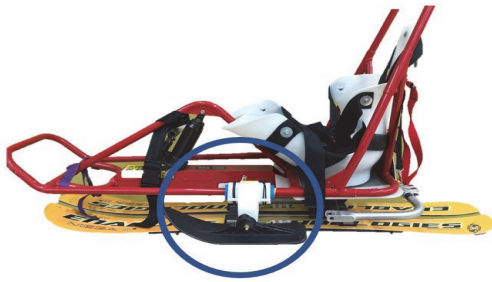


그림 18. 아웃리거 결합 장치 부착 후 바이스키

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 3D 프린팅을 포함하여 3D 스캐닝, 3D 모델링 등 3D 프린팅 관련 기술들의 개념과 실제 활용 사례를 제시하고 이를 바탕으로 향후 특수체육 분야에서의 기술 적용 가능성에 대해 살펴보고자 하였다.

현대 사회는 4차 산업 시대로 빠르게 진입하고 있으며 3D 프린팅 기술은 세계적 컨설팅 회사 맥킨지(McKinsey)의 12대 기술로 선정되기도 하는 등 미래제조업의 핵심기술 중 하나로 손꼽히고 있다(김세영, 2019). 아직 몇몇 측면에서 기술적 한계를 보이기도 하지만 재료, 기계적 성능 등 다양한 분야에서 활발한 개발이 이루어지고 있으며 핵심 기술 특허권 만료 등 긍정적 요인들로 빠르게 발전이 진행될 것으로 예상된다(고재경, 2014).

그러나 다양한 상황과 각기 다른 대상자들의 개별적 요구가 존재하는 특수체육에 있어서 3D 프린팅이 이러한 조건에 부합하는 유용한 기술이 될 수 있을 것으로 보임에도 불구하고 아직 적극적인 접근이 이루어지지 않고 있는 실정이다. 서론에서 밝혔듯, 특수체육 영역은 3D 프린팅 기술이 적재적소에 중요한 역할을 할 수 있는 블루오션이 될 수 있다. 3D 프린팅의 특징인 재료 절감, 제조 과정 단순화, 저비용 생산 등은 제품의 단가를 낮추는데 있어 주요 요소로 작용할 수 있으며 이는 다양한 사용자들에게 보급될 수 있는 여건을 마련하는 중요한 기반이 될 것이다. 이밖에도 특수체육과 3D 프린팅 기술의 접목은 여러모로 큰 의미를 지닐 수 있다. 체육활동의 의미가 나날이 확장 및 강조되고 있는 현재 상황에서 장애인의 생활체육 완전 실행자 비율은 매년 증가하고 있다(문화체육관광부, 2019). 전문스포츠 영역 못지않게 생활체육 영역을 포함한 여타 특수체육 시행 현장에서도 맞춤형 장비의 제작 혹은 변형이 필요한 경우는 흔히 발견할 수 있다. 따라서 생활체육 참가 장애인들의 증가할수록 이에 대한 수요 역시 자연스레 동반 상승할 것으로 보인다. 장애인, 혹은 기존에 존재하던 규격화된 체육 기자재 및 스포츠 제품을 사용하기 어려운 대상자들에게 3D 프린팅 기술을 적용한 장비의 개발과 보급이 가능해진다면 전문스포츠 영역은 물론이고, 학교체육 및 생활체육, 재활 및 건강운동 영역에서도 활동 참여의 기회를 획기적으로 증가시킬 수 있을 것이라 판단된다. 하지만 이를 위해서는 현실적으로 3D 프린팅 개인맞춤형 장비 제작을 위한 센터 설립 혹은 3D 프린터 기기의 현장 보급 등과 같은 지원 정책이나 제도의 필요성에 대한 고민도 함께 수반되어야 할 것으로 사료된다. 4차 산업혁명이라는 거대한 흐름에 발맞추어 이와 같이 특수체육에서도 다양한 고민들을 통해 3D 프린팅 기술이 갖는 장점과 특징을 적극적으로 접목하려는 시도를 해 볼 필요가 있다.

그러나 이렇듯 유용한 3D 프린팅 기술을 적절하게 활용하기 위해서는 우선적으로 고려되어야 할

www.kci.go.kr

몇 가지 사항들이 있다. 먼저 3D 프린팅 기술과 관련된 배경 지식이 요구된다. 3D 프린팅 기술을 적용하여 제품 및 장비를 제작하기 위해서는 3D 모델링 소프트웨어를 활용한 디자인 능력과 기타 소프트웨어의 사용 능력을 갖추어야 함은 물론이고 3D 스캐너, 3D 프린터 등 장비의 유지, 보수 및 운용과 관련된 지식들도 필요하다. 또, 제품의 용도에 따라 적절한 재료를 선택하기 위한 재료공학적 지식과 부품 설계 및 장비 수리를 수행하는 경우 부품의 강도, 밀도 및 설계 형태에 따른 취약성을 판단할 수 있는 엔지니어링 관련 지식도 요구된다. 하지만 그 무엇보다 선행되어야 할 것은 결국 제작된 장비와 제품을 사용하게 될 대상자의 특성에 대한 전문적 지식과 깊은 이해다. 3D 프린팅 기술을 적용해 제작된 기구 역시도 대상자를 위한 것이기 때문이다. 따라서 3D 프린팅에 대한 기술적 지식뿐만 아니라 기술이 대상자들을 위해 적절히 활용될 수 있는 방안에 대한 진정성 있는 고민이 가장 중요하다고 할 수 있을 것이다.

후속연구에서는 본 연구에서 제시한 실제 적용 사례와 활용 방안을 토대로 3D 프린팅 기술을 특수체육 현장에 다양하게 접목하여 특수체육학 연구의 영역을 더욱 확대할 수 있을 것이다. 본 연구를 통해 3D 프린팅 기술을 유용하게 활용한 특수체육학 분야 후속연구들이 꾸준히 이어질 수 있기를 기대한다.

참고문헌

고재경(2014). 3D프린팅 기술 현황-소재산업을 중심으로. **산은조사월보, 706**, 84-105

교육부(2020). 말로만 듣던 4차 산업혁명의 핵심기술은 무엇?. 검색일 2020년 7월 25일, 웹 주소 https://post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=27518090&memberNo=15194331&vType=VERTICAL

김남희, 허정선(2019). 지체장애인을 위한 여성용 정형 신발 유형 분석 연구-족부 질환 장애를 중심으로. **한국패션디자인학회지, 19**(1), 165-178.

김범호, 추종호, 주성범(2016). 3D 프린팅 기술을 활용한 골프그립 개발의 필요성에 관한 연구. **한국스포츠학회지. 14**(4), 541-549.

김세영(2019). **3D 프린팅기술을 활용한 유아동 선글라스 디자인 프로토타입 제안**. 미간행 석사학위논문. 인제대학교 대학원.

김천환(2017). **실전, 3D 프린팅 활용가이드**. 경기: 비제이퍼블릭.

김하연(2018). **패션제품 개인화 서비스가 소비자의 행복감에 미치는 영향-커스터마이제이션과 큐레이션을 중심으로**. 미간행 박사학위논문. 서울대학교 대학원.

김현란, 변영웅, 이병서, 조우석, 이동현(2015). **도깨비 방망이, 3D 프린터**. 전라북도: 농촌진흥청.

노형규(2020). **발달장애 아동 체육 프로그램의 이해와 실제**. 서울: 레인보우북스.

문화체육관광부(2019). **2019년 장애인 생활체육 조사 결과보고서**. 세종: 문화체육관광부.

미래창조과학부, 산업통상자원부(2014). **3D프린팅 산업 발전전략[案]**. 세종: 미래창조과학부, 산업통상자원부.

백상흠(2015). [기획특집: 3D 프린팅 기술] 3D 프린팅의 다양한 기술 및 특징 소개. **공업화학전망, 18**(1), 2-10.

변희진(2016). 3차원 프린팅 기술에 따른 슈즈 디자인 연구-기술적 배경 분석과 현황을 중심으로. **조형미디어학, 19**(4), 101-111.

서울시보조기기센터(2019). 맞춤제작 및 개조. 검색일 2020년 7월 29일, 웹 주소 http://www.seoulats.or.kr/bbs/board.php?bo_table=0104_2&wr_id=11

서은정, 원영신, 정경환(2019). 노인 스포츠용품산업 종사자가 체험하는 제약 요소에 관한 연구. **한국체육과학회지, 28**(4), 1-12.

신지욱, 김태성(2016). 3D 프린터 기반의 3D 스캐

www.kci.go.kr

너 발전 방향에 관한 연구. **한국IT서비스학회 학술대회 논문집**, 328-335.
안상준(2018). **3D 프린터 101**. 서울: 한빛미디어.
안창현(2014). **3D 프린터**. 서울: 코드미디어.
양대승(2018). 4차 산업혁명 시대에 있어서 삼차원 프린팅의 도전과 저작권의 대응. **법학논총, 35**(1), 185-214.
이경준(2018). **3D 모델링 소프트웨어 활용 교육 프로그램 개발 및 적용**. 미간행 석사학위논문. 서울교육대학교 교육전문대학원.
이시창(2018). TPU 소재를 활용한 소량 생산형 인솔의 내부 지지 구조에 관한 연구. *Journal of Integrated Design Research, 17*(2), 31-42.
이진렬, 손장완, 김병욱(2018). 3D 프린팅을 활용한 재활치료보조기기 제품개발 연구-뇌졸중 편마비환자의 경직관절 재활을 위한 발목관절 보조기기 개발을 중심으로-. **산업디자인학연구, 12**(1), 139-148
주지용(2017). **3D 프린팅 개인 맞춤형 인솔이 평발의 보행 변인에 미치는 영향**. 미간행 박사학위논문. 전남대학교 대학원.
한국정보화진흥원(2010). **스마트 시대의 패러다임 변화 전망과 ICT 전략**. 서울: 한국정보화진흥원.
허서윤(2015). 3D 프린팅 기술을 이용한 보조기 제작 기법 적용사례 연구: 스플린트 팬을 이용한 방법과의 비교연구를 중심으로. **장애와 고용, 25**(1), 79-103.
Custom Protective Sports Masks. (2017, September 29). Retrieved August 3, 2020, from https://www.cavendishimaging.com/case-studies/protective-sports-masks/
Hobson, B. (2016, October 31). Retrieved August 2, 2020, from https://www.dezeen.com/2016/05/12/video-interview-denise-schindler-worlds-first-paralympic-cyclist-3d-printed-prosthesis-autodesk-movie/
Mendoza, H. R. (2016, September 18). Retrieved August 2, 2020, from https://3dprint.com/149535/paralympian-3d-printed-back-brace/
Plocek, S. (2015, May 15). Retrieved August 26, 2020, from http://publish.illinois.edu/digitalmaking/tag/3d-printing/
Scott, C. (2015, November 2). Retrieved August 3, 2020, from https://3dprint.com/103427/kayak-assistive-paddle-grips/
Scott, C. (2016, August 3). Retrieved August 3, 2020, from https://3dprint.com/144511/paralympics-racing-wheelchair/
Subic, A. (2019). *Materials in Sports Equipment*. (2nd ed.). Duxford: Woodhead Publishing.

논문제출일 : 2020년 8월 5일
논문수정일 : 2020년 8월 28일
게재승인일 : 2020년 9월 14일

www.kci.go.kr

Exploration and Practice of the applicability of 3D Printing Technology in Adapted Physical Activity

Gun-Hwan Bae*(Korea National Sport University / Master's student)*
Hyoung-Kuy Roh*(Korea National Sport University / Professor)*

Abstract

The purpose of this study was to explore the application category in the research of adapted physical activity based on the merits and characteristics of 3D printing technology, which is considered as one of the core technologies of The Fourth Industrial Revolution, and furthermore, suggests the cases of practical usage considering the characteristics of adapted physical activity. Also, this study intended to suggest a direction that can be applied to various adapted physical activity sites of practice and ultimately aims to provide a basis for discussion on the possibility of how to apply 3D printing-related technologies, including 3D printing, 3D scanning, and 3D modeling to adapted physical activity. Accordingly, first, the areas in which 3D printing technology is applied in adapted physical activity is divided into the usage in everyday life, entertainment, and the field of competition and the possibilities were presented afterwards. and then, the practical examples of application were proposed related to each categories. In detail, First, the production of customized products and devices was explained with 3D printed personalized insoles for people with cerebral palsy to help their gait. Second, the case of the 3D printed bicycle foothold developed by Seoul assistive device center was presented. Third, the design of the new equipment was explained with an example of building a universally designed hand cycle with 3D modeling. Last but not least, the cases of reproducing the binding joint of a damaged mono-ski and developing the linkage of bi-ski outrigger were the exemplification of manufacturing the parts of adaptive ski equipment. 3D printing technology which displays its strength in multi-item, low-volume production can be useful in the research of adapted physical activity where there are various situations and individual needs of different subjects, thus modification is the key. Through this study, the continuity in the research regarding the usage of 3D printing technology in adapted physical activity is highly anticipated.

Key word : The Fourth Industrial Revolution, 3D Printing, 3D Modeling, 3D Scanning, Adapted Physical Activity Equipment

* rhk0019@knsu.ac.kr

www.kci.go.kr

www.kci.go.kr