

## 3D 프린팅 기술 기반 창업 성공 사례

심진형\*, 윤원수\*, 고태조\*\*,#

\*한국산업기술대학교 기계공학과, \*\*영남대학교 기계공학부

### Successful Examples of 3D Printing Technology-based Start-up Enterprises

Jin-Hyung Shim\*, Won Soo Yun\*, Tae Jo Ko\*\*,#

\*Department of Mechanical Engineering, Korea Polytechnic University,

\*\*School of Mechanical Engineering, Yeungnam University

(Received 6 January 2016; received in revised form 15 March 2016; accepted 18 March 2016)

#### ABSTRACT

The process of three-dimensional (3D) printing (also known as “rapid prototyping” and “additive manufacturing”) uses computer-created digital models to produce 3D objects with a desired shape by stacking materials through a layer-by-layer process. The industrial potential and feasibility of 3D printing technology were recently highlighted in President Obama’s State of the Union address in 2013. Since his speech, worldwide investment in and attention toward 3D printing technology have increased explosively. In addition, a number of 3D printing technology-based start-up companies have been established and evaluated as emerging enterprises making successful business models. In this paper, successful start-up companies (domestic and overseas) based on 3D printing technology will be reviewed.

**Key Words** : 3D printing (3D 프린팅), Start-up Company(창업기업), Successful Business Model(성공사업모델)

#### 1. 서 론

2013년 2월 미국의 버락 오바마 (Barack Obama) 대통령은 집권 2기째를 맞은 첫 국정연설에서 미국 경제에서 일자리 창출에 크게 기여하는 제조업의 중요성을 강조하며, 혁신적 제조 기술로 3D 프린팅을 언급하여 전세계의 이목을 끌었다<sup>[1]</sup>. 이 자리에서, 오바마 대통령은 3D 프린팅 기반 제조혁신 연

구소 15개를 추가 설치하고자 하는 의지를 표명하며, 의회의 도움을 강한 어조로 요청하였다. 이 연설은 전 세계의 관심이 3D 프린팅 기술에 집중되게 되는 결정적 계기가 되었다. 이 연설 이후, 미국뿐만 아니라 많은 나라들이 3D 프린팅 기술에 관심을 가지고 투자를 서두르기 시작하였고, 국내에서도 정부의 다부처 공동기획사업 아이টে으로 “3D 프린팅 기반 융복합 의료기기”를 선정하여 6년간 374억원을 투입할 계획을 표명하는 등 기술적 경쟁력을 확보하기 위한 노력을 서둘러 진행하고 있다. 이러한, 정부 주도의 움직임과 더불어 민간 주도의 움직임 또한 활발하다. Wohlers Associates 보고서에

# Corresponding Author : tjko@yu.ac.kr

Tel: 82-53-810-2576, Fax: 82-53-810-4627

의하면, 세계 3D 프린터 시장규모는 2021년까지 108억 달러 (약 10조원)에 이를 것으로 전망하고 있다<sup>[2]</sup>. 또한, KT경제경영연구소에서는 3D 프린팅 관련 시장은 3D 프린터 제조시장, 3D 프린팅 관련 2차 서비스 시장, 그리고 3D 프린팅으로 제작된 생산물들의 시장으로 나누는 것으로 분석하고, 점차 생산물들의 시장의 규모가 확대될 것으로 예상하고 있다. 실제로도 3D 프린팅 기술 관련 창업 기업의 형태를 보더라도 위의 세가지 유형으로 나뉘볼 수 있다. 현재까지 3D 프린팅 관련 민간 시장은 특허권을 소유하고 있는 미국이 주도해 왔다. 그러나 최근 들어, 주요 특허권이 20년이 지나 만료되면서 기술의 접근성이 확대되었고, 이를 계기로 산업의 규모가 오히려 증대되고 있고 그 다양성 또한 확장되고 있는 추세이다.

그러나 실제 3D 프린팅 기술은 모든 것을 가능하게 만드는 기술이고 경제성이 있는 것으로 비춰져서 많은 오해를 주고 있는 것도 사실이다. 이러한 취지에서 실제 3D 기술을 이용하여 창업에 성공한 사례를 분석하여 봄으로써 올바른 사업모델 및 방향을 제시해보고자 하는 것이 본 논문의 목적이다.

## 2. 3D 프린팅 기술 개념 및 원리

3D 프린팅 기술은 3차원의 물체를 기존의 제조 방식인 깎아내거나 찍어내는 방식이 아닌 재료를 층층히 쌓아 나가는 방식으로 가공하는 제조 기술 중 하나이다. 기존에 이 기술은 쾌속조형(Rapid Prototyping), 적층가공 (Additive Manufacturing), 임의형상제조 (Solid Freeform Fabrication) 기법 등으로 불려왔다. 그러나 최근에는 “3D 프린팅”으로 대명사와 같이 대중들에게 불리고 있다. 3D 프린팅 기술은 크게 광조형방식 (Stereolithography apparatus), 선택적 레이저 소결방식 (Selective laser sintering), 그리고 용융적층모델링 (Fused deposition modeling) 방식으로 나누어지고 있으며, 이러한 방법을 응용하는 다른 여러 방법들이 출현되고 있다. 본 고에서는 가장 대표되는 상기의 3 모델 각각의 기술에 대해 간단히 살펴 보고자 한다.

### 2.1 광조형기술 (Stereolithography Apparatus, SLA)

광조형기술은 1986년 미국의 Charles W. Hull (3D Systems의 공동창업자이자 최고기술책임자)에 의해 발명된 기술로서, 광경화성 수지에 레이저를 조사하여 레이저가 지나간 자리가 액체에서 고체로 경화되는 원리를 이용한다<sup>[3,4]</sup>. 레이저 광원으로는 자외선 파장을 주로 사용하며, 광개시제를 포함하는 액체의 광경화성 수지가 원재료이다. 이 기술은 레이저 집적도에 따라, 최종 프린팅 되는 형상의 정밀도가 결정되는데 형상 정밀도가 우수하다. 일반적으로 광경화성 수지 표면에 레이저를 집적하여 표면에서 한층을 경화하고, 경화된 한층 위에 다시 액체를 도포하여 다음 층을 경화하여 적층하는 방식을 사용한다. 가공 후 덜 경화된 액체 수지를 후 경화하는 과정이 일반적으로 따르게 된다. 이 방식으로 제작된 3차원 물체는 형상 정밀도와 기계적 강도가 우수하다.

### 2.2 선택적 레이저 소결 (Selective laser sintering, SLS)

선택적 레이저 소결 기술은 분말형태의 원재료에 고출력의 레이저를 조사하여 분말 소재를 순간적으로 용융 및 결합시켜 (즉, 소결) 응집된 고체로 형태를 변형시키는 원리를 적용한다<sup>[5,6]</sup>. 편평하게 도포된 분말에 레이저를 조사하여, 한층을 가공하고 그 위에 다시 분말을 도포하는 방식을 사용한다. 이 방식은 매우 복잡한 형상까지도 제작이 가능하지만, 분말을 사용하는 특성상 가공된 3차원 물체의 표면이 거칠고, 분말을 제조하는 과정이 어려워 원재료의 단가가 고가인 단점이 있다. 또한 현재는 SLS 장비의 가격 또한 수억에서 십억원에 이르는 단점이 있다. 분말형태로 재료의 준비가 가능한 금속, 세라믹 등의 재료가 출력 가능하다.

### 2.3 용융적층모델링 (Fused Deposition Modeling, FDM)

용융적층모델링 기술은 필라멘트 형태의 열가소성 고분자를 열로 가열된 노즐을 통해 용융 시킨

후 압력을 가해 토출하는 원리를 적용한다. 가열된 노즐을 통해 토출된 필라멘트는 상온에서 즉시 경화되어 2차원 형상을 이루게 되고, 이를 적층하여 3차원 형상이 출력된다. FDM 방식은 비교적 저가의 장비들이 많이 상용화 되어 있고, 일반인들이 비교적 쉽게 사용이 가능하다. 노즐의 직경, X/Y/Z 이송장치의 분해능이 최종 형상의 정밀도에 영향을 미치며, 일반적으로 적층면의 단차가 발생하는 특징이 있다. 노즐을 통해 토출하는 방식을 확대 적용하면 필라멘트 형태의 고분자 뿐만 아니라 액체 형태의 잉크 소재까지 프린팅이 가능하며, 이 기술은 바이오프린팅 기술로 확대 적용되고 있다<sup>7)</sup>.

### 3. 3D 프린팅 기술 기반 창업 사례

3D 프린팅 기술을 이용한 창업 기업들로는 전통적으로 3D 프린터를 판매하는 회사들이 있다. 미국의 3D Systems, Stratasys와 같은 기업은 각각 SLA 기술과 FDM 기술의 원천 특허를 보유한 기업들로서, 최근의 3D 프린팅 기술의 관심과 더불어 기업의 규모가 급성장하여, 기업가치가 2015년 12월 기준 각각 11.8억불 (\$ 1.18 billion), 13.9억불 (\$ 1.39 billion)에 이르는 수준으로 성장하였다. 이러한 기업들은 이미 창업한 후 20년이 넘는 기업들로서 대표적인 3D 프린팅 관련 기업이라 할 수 있다. 이와 더불어 최근 들어 3D 프린팅 기술 관련 새로운 창업 기업들이 생겨나고 있다. 이러한 기업들을 살펴보면 다음과 같다.

#### 3.1 저가형 3D 프린터 관련 창업사례

##### 3.1.1 MakerBot (USA)

2013년 6월 Stratasys는 일반 개인용 데스크탑 3D 프린터 전문기업인 MakerBot을 인수 합병한다고 발표했다. MakerBot은 2009년 Bre Pettis, Adam Mayer, 그리고 Zach Smith가 공동창업한 회사로 3D 프린터의 대중화에 노력을 기울여 일반 개인용 데스크탑 3D 프린터 (FDM 방식)를 개발하여 약 2만대 이상의 프린터를 판매하였다. 또한 thingiverse라는 커뮤니티를 운영하여 사용자들이 자유롭게 3D 모델을



Fig. 1 FDM 3D printer by MakerBot (left) and Rokit (right)

공유할 수 있도록 하여 대중화에 기여하였다. 이를 인정하여 Stratasys는 MakerBot을 4억불 (\$ 403 million)에 인수합병 하였다. 이로 인해 공동창업자들은 큰 수익을 거두게 된다.

##### 3.1.2 로킷 (대한민국)

국내에도 MakerBot과 유사하게 3D 프린터의 대중화를 목표로 창업한 기업이 있다. 바로 로킷 (Rokit)이라는 기업이다. 2012년 10억원의 자본금으로 시작한 로킷은 150만원대의 저가형 FDM 3D 프린터의 보급화를 통해 국내 3D 프린터 점유율 1위를 차지하고 있다. 매출 또한 2013년 15억원, 2014년 50억원을 올리는 등 꾸준한 성장세에 있다. 더욱이 중국, 싱가포르, 인도 등 10개국에 수출을 하며 그 성장세를 이어나가고 있다.

#### 3.2 3D 프린팅 기반 환자맞춤형 의료기기 제조관련 창업사례

##### 3.2.1 Align Technology (USA)

1997년 파키스탄 출신 미국인이었던 Zia Chishti는 3D computing 시스템을 이용하여 플라스틱 투명 교정기를 개인 맞춤형 방식으로 제작하는 아이디어로 Kelsey Wirth와 함께 실리콘 벨리에 Align Technology라는 회사를 창업하였다. 이들은 금속 와이어를 이용하여 틀어진 치아를 교정하는 기존의 방식을 마우스 피스 형식으로 된 투명 플라스틱 교정기로 대체하는 제품을 개발하였다. 이때 투명 교정기는 환자 개인맞춤형으로 제작되어 틀어진 치열을 교정할 수 있는 방식을 사용하였다. 특히, 환자



**Fig. 2 3D printed patient specific braces made by Align Technology (left) and hearing aids by Delight (right).**

개인맞춤형 투명교정기는 3D 프린터를 통해 제조되는데, 이때 3D 프린터는 환자 맞춤형 투명 교정기를 저렴하고 빠르게 만들 수 있는 최적의 제조 기술이었을 것으로 판단된다. 이러한 투명교정기는 기존 금속 와이어 방식 보다 심미적으로 우수한 결과를 보였고, 교정 효과 또한 우수한 결과를 보였다. Align Technology는 현재 하루에 약 5만개, 연 1700만개의 투명교정기를 생산하고 있으며, 그 매출액이 2014년 한해 7억6100만불 (\$ 761 million)에 이르며, 기업 가치는 52억불 (\$ 5.2 billion)에 이른다. 이들의 성공은 매우 의미가 크다고 볼 수 있는데, 기존 환자맞춤형 제품의 경우 다품종 소량생산으로 상업적 성공을 거두기 힘들다는 고정관념을 무너뜨린 사례로 3D 프린팅을 기술을 혁신적 제조 기술로 적용하는 대표적 성공 사례라 할 수 있다.

### 3.3.2. 딜라이트 (대한민국)

국내 기업인 딜라이트는 2010년 대학생 신분이었던 김정현, 원준호 그리고 대학원생이었던 김남옥 3인이 공동창업한 사회적 기업이었다. 딜라이트는 노인들의 난청문제를 적정기술인 3D 프린터를 이용하여 저가형 보청기를 공급함으로써 해결하고자 하였다. 특히, 노인성 난청을 겪고 있는 환자가 보청기를 구매할 시 정보 보조금으로 34만원이 지원되는 것을 착안하여, 34만원 보청기를 제작하는데 목표를 두었다. 당시 기존 보청기의 가격은 수백만원에서 수천만원까지 이르고 있었다. 딜라이트는 34만원으로 살 수 있는 보청기를 제작하여 이른바 “공짜 보청기”를 공급하였다. 3D 프린팅으로 제조된 보청기는 저렴할 뿐만 아니라 환자의 귀 형상에 맞춤형 제품 생산이 가능하여 그 편의성 또한 높일



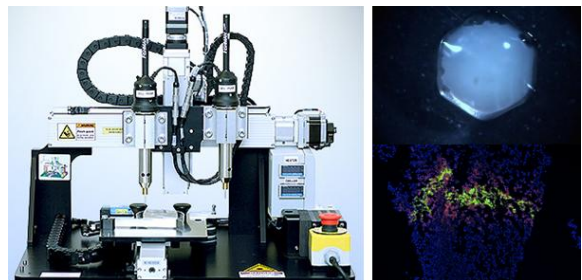
**Fig. 5 T&R Biofab's 3D bioprinting system (left) and its application to patient customized facial bone reconstruction**

수 있었다. 이렇게 시작한 딜라이트 보청기의 2014년 매출은 약 50억원에 이르렀으며, 기존 보청기 시장의 가격을 전반적으로 낮추어 많은 이들로 하여금 보청기를 사용할 수 있는 가격 장벽을 낮추는 사회적 효과를 거두기도 하였다. 현재 딜라이트는 대원제약에 인수되어 대원제약의 중요한 수익 모델이 되고 있다. 대학생 3명이 시작한 사회적 기업 모델은 상업적으로 성공을 거두어 그 의미가 크다고 할 수 있겠다.

## 3.3. 3D 프린팅 기반 바이오 프린팅 관련 창업사례

### 3.3.1. Organovo (USA)

2007년 설립한 Organovo는 미국의 University of Missouri-Columbia 대학의 Gabor Forgacs 교수의 세포 프린팅 기술을 기반으로 시작되었다. Forgacs 교



**Fig. 3 Organovo's NovoGen Bioprinting platform (left) and 3D printed liver organoids (right).**

수는 National Science Foundation으로부터 500만불의 연구비를 지원받아 세포 프린팅 기술을 개발하였고, 이를 Organovo로 기술이전 하여 상용화 시키는 데 성공하였다. 현재 Organovo에서는 NovoGen™ 이라 불리는 3D 바이오 프린터를 이용하여 살아있는 세포를 직접 3차원 형상으로 프린팅함으로써 기능성을 유지하는 조직 및 장기를 프린팅하고 있다<sup>[8]</sup>. 이들은 3D 프린팅 된 인공장기를 이용하여 다양한 의학 및 생물학 분야의 기초 실험중 독성 테스트 등에 적용될 수 있는 아이템을 개발하는데 성공하였다. 이는 궁극적으로 동물실험을 대체할 수 있는 대안으로 주목을 받고 있다. 더 나아가 체내에 이식 가능한 조직 및 장기를 프린팅하는 목표를 가지고 있다. Organovo의 기술력과가능성을 인정받아 2013년 7월 뉴욕주식시장에 상장되어 안정적인 재원을 확보하였고, 2015년까지 네 차례에 걸쳐 총 1억불 (\$ 100 million) 이상의 투자를 받아 꿈의 기술을 실현화 시켜 나가고 있다.

### 3.3.2 Cyfuse Biomedical (Japan)

Cyfuse Biomedical 회사는 일본 기업으로 2010년 Koji Kuchiishi, Koichi Nakayama 두명이 공동창업한 기업이다. 이들 또한 Kyushu University에서 다년간 연구된 바이오 프린팅 기술을 독점적 기술이전을 통해 회사의 기술의 근간을 구축하였다. Cyfuse Biomedical 회사의 바이오 프린팅 기술의 차별점은 Microneedle array에 세포 응집체를 구슬을 꿰듯이 로봇 시스템을 이용하여 자동화 하여 위치시킨 후,



Fig. 4 Cyfuse Biomedical's bio 3D printer, Regenova (left) and 3D printed vessel tissue using skewering cell spheroids onto the needle array (right).

위치시킨 세포 응집체를 생물학적으로 증식 및 분화시켜 성숙된 조직을 얻어내는 방식을 사용한다<sup>[9]</sup>. 전 세계적으로 살펴봐도 바이오 프린팅 기술을 이용하여 인공조직 및 장기를 만들어내는 대표적 기업으로 볼 수 있다. 이러한 기술력에 힘입어 현재까지 약 20억엔의 자금을 투자 받아 회사를 키워 나가고 있는 단계이다.

### 3.3.3 티앤알바이오랩 (Korea)

국내에서도 세계적 수준의 바이오 프린팅 기술과 비교하여 경쟁할 만한 기술을 가진 기업이 생겨나고 있다. 대표적으로 티앤알바이오랩 (T&R Biofab) 이 있다. 티앤알바이오랩은 2013년 창업한 벤처기업으로 이 회사 역시 포항공대 기계공학과 조동우 교수팀에서 오랫동안 연구해 온 바이오 프린팅 기술의 기술이전과 함께 창업된 회사이다. 포항공대 조동우 교수는 지난 15년간 3D 프린팅 관련 연구를 수행해 오며, 다수의 SCI급 논문과 특허를 보유하고 있으며 국가과제 또한 (구)국가지정연구실 사업, 리더연구자지원사업(창의연구)과 같은 국내를 대표할만한 기술개발 연구사업을 수행하는 등 관련 기술의 경쟁력을 세계적 수준과 견줄만한 기술로 발전시켜 놓았다. 이러한 세계적 수준의 기술을 기반으로 하여 조동우 교수 연구실의 박사 졸업생들이 상용화를 위해 회사를 창업한 사례이다. 티앤알 바이오랩에서는 창업 이후 미래창조과학부에서 지원하는 신산업창조프로젝트 및 TIPS (Tech Incubator Program for Start up Korea) 프로그램과 같은 정부 벤처 육성 사업으로부터 연구개발비를 지원 받아 기술의 성숙도를 높여 나가고 있다. 이러한 지원과 노력의 결과 2014년 국내 식약처로부터 생분해성 고분자를 이용한 조직공학 및 재생의학용 인공지지체의 임상적용 허가를 획득하였고, 2014년 9월 국내 최초 환자 맞춤형 안면골 재건 수술에 3D 프린팅 기술을 적용한 바 있다. 티앤알바이오랩에서는 GMP (Good Manufacturing Practice) 수준의 3D 프린터를 자체 제작하여 사용함으로써 그 기술의 확장 가능성이 고분자 재료에서부터 살아있는 세포를 포함한 하이드로젤까지 다양하여, 앞서 소개한 Organovo 및 Cyfuse Biomedical과의 기술적 경쟁력에서 뒤처지지 않는 조직/장기 프린팅 기술까지 확보하고 있다<sup>[10]</sup>.

이러한 기술력을 인정받아, 2014년 한국투자파트너스로부터 20억의 투자를 유치하여 세계적 수준의 기술로 발전시켜 나가고 있다. 티앤알바이오웍은 국가 연구개발 과제의 성공적 모델이라 할 수 있다. 대학에서 다년에 걸친 연구개발 과제를 통해 기초 기술의 근간을 마련하고, 기술을 기업으로 이전한 후, 기업에서는 상용화 단계에서 또 한번의 국가 상용화 지원사업의 지원을 받아 세계적으로 경쟁력있는 기술과 함께 산업 경쟁력 또한 확보하는 성과를 얻을 수 있었다.

#### 4. 결 론

3D 프린팅 기술은 개발된 지 30여년이 지난 시점에서 기술의 성숙도가 산업적 수요와 들어맞아 그 가치가 급속도로 커지고 있는 단계이다. 이와 더불어 3D 프린팅 관련 벤처 기업 또한 전 세계적으로 생겨나고 있고, 성공 사례 또한 보고되고 있다. 그러나 성공사례를 들여다보면, 표면적으로 드러나는 3D 프린팅 그 자체에 관심을 두고 있는 기업보다는 3D 프린팅을 하나의 생산/가공 방식으로 채택하여 생산품을 만들어 그를 통해 가치를 생산해 내는 기업의 성공이 더 두드러지게 나타나고 있다. 따라서, 3D 프린팅과 관련한 산업은 앞으로도 3D 프린터를 이용하여 생산해 내는 제품에 관심을 가지는 방향으로 확장될 것으로 예상된다. 또한 그 시장 잠재력이 매우 클 것으로 예상되는 조직 및 장기의 생산을 목표로 하는 바이오 프린팅 기술과 관련해서는 바이오 산업의 특성상 대학을 기반으로 한 장기간의 정부 주도 기초 연구를 토대로 기술이 상업화되는 양상이다. 이는 곧 정부 지원의 시기와 방향성이 매우 중요함을 의미하며, 정부 연구과제의 산업화로의 연계형 모델로서 성공적인 예시라 할 수 있다. 따라서, 3D 프린팅 기술을 이용하여 기존의 산업의 파괴적 혁신을 가져다 줄 아이템을 발굴하고 시장적 선점을 해나가는 노력을 정부와 민간이 힘을 합심하여 집중할 때라고 판단된다.

#### 후 기

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2015년도 대

학기업가센터 지원사업의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

#### REFERENCES

1. Geng, H.. Manufacturing Engineering Handbook, McGraw Hill Professional, pp. 1-880, 2015.
2. Tapia, G. and Elwany, A., "A Review on Process Monitoring and Control in Metal-based Additive Manufacturing," Journal of Manufacturing Science and Engineering, Vol. 136, No. 6, pp. 060801, 2014.
3. Lan, P. T., Chou, S. Y., Chen, L. L. and Gemmill, D., "Determining Fabrication Orientations for Rapid Prototyping with Stereolithography Apparatus." Computer-Aided Design, Vol. 29, No. 1, pp. 53-62, 1997.
4. Fuh, J. Y. H., Choo, Y. S., Nee, A. Y. C., Lu, L. and Lee, K. C., "Improvement of the UV Curing Process for the Laser Lithography Technique." Materials and Design, Vol. 16, No. 1, pp. 23-32, 1995.
5. Ion J., Laser Processing of Engineering Materials: Principles, Procedure and Industrial Application, Butterworth-Heinemann, pp. 1-576, 2005.
6. Kruth, J. P., Mercelis, P., Van Vaerenbergh, J., Froyen, L. and Rombouts, M., "Binding Mechanisms in Selective Laser Sintering and Selective Laser Melting," Rapid Prototyping Journal, Vol. 11, No. 1, pp. 26-36, 2005.
7. Shim J. H., Kim J. Y., Park M., Park J. and Cho D. W., "Development of a Hybrid Scaffold with Synthetic Biomaterials and Hydrogel using Solid Freeform Fabrication Technology," Biofabrication, Vol. 3, No. 3, pp. 034102, 2011.
8. Norotte C., Marge F. S., Niklason L. E. and Forgacs G., "Scaffold-free vascular tissue engineering using bioprinting," Biomaterials, Vol. 30, No. 30, pp. 5910-5917, 2009.
9. Itoh, M., Nakayama, K., Noguchi, R.,

- Kamohara, K., Furukawa, K., Uchihashi, K., Toda, S., Oyama, J., Node, K. and Morita, S., "Scaffold-free Tubular Tissues created by a Bio-3D Printer undergo Remodeling and Endothelialization when Implanted in Rat Aortae," PLoS One, Vol. 10, No. 9, pp. e0145971, 2015.
10. Pati F., Jang J., Ha D. H., Kim S. W., Rhie J. W., Shim J. H., Kim D. H. and Cho D. W., "Printing Three-dimensional Tissue Analogues with Decellularized Extracellular Matrix Bioink." Nature Communications, Vol. 2, No. 5, pp. 3935, 2014.