

07 생체친화적 임플란트 개발, 염증 등 부작용 획기적으로 줄여

표면처리그룹 김현중 수석연구원이 이끄는 공동연구팀이 인공뼈 이식 과정에서 임플란트 내부에 다수의 기공을 생성하고 그 속에 염증 억제 약물을 넣어 수술 부작용을 줄인 '약물방출형 다공성 임플란트' 제조기술을 개발했다.

흔히 골절의 경우 석고붕대를 이용한 깁스 치료법이 일반적이지만 손상이 심각한 경우에는 인체에 무해한 티타늄 합금 재료의 인공뼈를 이식하는 임플란트 수술이 시행된다. 이 과정에서 가끔 부작용이 발생하는데, 이는 수술 중 티타늄 표면이 오염되거나 부식되어 이식 부위에 염증이 발생해 임플란트와 뼈 조직과의 결합에 실패하는 경우이다. 이처럼 결합에 실패할 경우 임플란트를 제거하더라도 재이식 수술이 불가능해지기 때문에 성공적인 수술을 위해선 수술 전에 약물을 사용해 염증 발생 확률을 줄일 필요가 있다.

이번에 연구팀이 개발한 '약물방출형 다공성 임플란트'는 수많은 기공 속에 항염증제, 골형성 촉진 단백질, 줄기세포 등 각종 약물들을 함유한 상태에서 약 10일에 걸쳐 일정한 비율로 서서히 방출시킴으로써 수술 초기 해당 부위의 염증 발생을 억제하는 한편 임플란트가 뼈를 비롯한 주변조직과 빠르게 결합할 수 있도록 도와주게 된다.

또한 연구팀이 개발한 임플란트는 수술 후 오랜 시간이 지나도 임플란트 하단 부위의 뼈가 인체 하중을 지탱해주는 고유 역할을 상실하지 않도록 하는 장점도 있다.

원래 인체의 뼈는 외부 자극이 주어지지 않으면 두께와 무게가 줄어드는데, 임플란트 소재인 티타늄 합금의 경우 뼈보다 탄성이 강해 외부에서 가해지는 힘을 대부분 흡수하기 때문에 연결된 뼈가 자극을 받기 어렵다.



● 금형몰드를 이용해 제작한 무류관절용 다공성 임플란트 시제품

하지만 해당 임플란트는 뼈 조직을 모사한 다공(多孔) 구조로 형성되어 있어 탄성이 뼈와 유사하며, 무릎, 대퇴부, 턱 등 부위에 따라 각기 다른 뼈의 탄성까지 정밀하게 반영해 제작할 수 있다.

이번 성과는 생기원 뿌리산업기술연구소 주조공정그룹, 성형기술그룹, 표면처리그룹이 협력해 티타늄 합금을 제조하고, 인공뼈로 가공 및 후처리하는 데 필요한 각 분야의 요소기술을 개발해냄으로써 이루어졌다.

먼저 주조 분야에서는 일정 간격을 두고 티타늄 합금 잉곳을 생산하던 제조방식을 세계 최초로 전자기유도장치와 수소플라즈마 기반의 연속주조 방식으로 바꿔 공정효율을 높임으로써 제조원가를 50% 이상 절감했다. 또한 물을 얼리면 얼음 속에 기포가 발생하는 원리를 이용한 동결주조 방식을 도입해 임플란트에 뼈와 비슷한 다공 구조를 형성시켰다.

소성가공 분야에서는 국내 최초로 다공성 임플란트 제조 공정에 금형몰드를 적용해 시제품 제작에 성공함으로써 대량생산의 기반을 확보했다.

표면처리 분야에서는 약물을 함유하고 골조직 형성을 촉진하는 그래핀 소재의 에어로겔¹⁾과 높은 밀착력을 갖는 하이드로겔²⁾로 임플란트 표면을 복합 코팅하여 장기간 약물이 방출될 수 있도록 했다.

연구팀은 이번 제조기술의 조기 상용화를 위해 기술적 완성도가 높은 주조 공정기술을 우선적으로 기업에 이전하고, 소성가공 및 표면처리 공정기술은 대학병원과 함께 2020년부터 3년간 임상시험을 진행한 후 이전할 계획이다.

김현중 수석연구원은 “그동안 전량 수입에 의존해왔던 원소재 제조공정을 효율화·국산화하고 후처리 공정을 통해 기능성을 크게 향상시켰다”며 “향후 정형외과용 임플란트 뿐 아니라 스텐트³⁾, 인공장기, 바이오센서 등 다양한 바이오·헬스 소재 분야에 광범위하게 활용될 것으로 기대한다”고 이번의 성과를 평했다.

한편, 정형외과용 임플란트 시장 규모는 2021년 181억 달러에 이를 것으로 전망되며, 사고에 의한 재활 수술보다는 세계적 고령화 추세에 따라 노령인구 대상 수술이 더욱 늘어날 것으로 관측되고 있다.

- 1) 3차원적으로 연결된 기공들로 이루어진 다공성 겔.
- 2) 물을 용매로 하는 겔
- 3) 혈관 속에 영구적으로 삽입되는 작고 가느다란 의료용 튜브

“국내 뿌리기술로
‘약물방출형 다공성
임플란트’ 제조기술
개발”