생체용 재료기술의 개요

정용수 | 재료연구소

최근에 와서 인간 신체의 노화와 질병 및 불의의 사고에 의해 손상된 조직의 재생 혹은 재건에 관한 활발한 연구와 관련된 생체재료에 관한 관심의 고조는 선진국 대열로 들어선 국가의 복지지표를 향상시키기 위한 중요한 과제이기도 하며, 미래의 전망 밝은 산업으로서의 자리 매김을 하고 있기 때문이다. 특히 인간의 수명이 급격히 향상되어, 21세기에 들어 인간 평균수명이 80세에 육박하게 되었고, 삶의 질의 향상과 장수를 염원하는 인간의 욕구로 인해 향후에는 더욱 고령화 사회로 갈 것이 예상된다. 대부분의 선진 공업국가들이 이미 고령화 사회로 접어들었고, 우리나라도 2000년대에 들어서면서 급격히 고령인구가 증가하고 있기 때문에, 관련 연구자나 임상가들에게는 인간의 건강 증진과 신체내에서 자연적인 생체조직이나 장기들의 기능을 회복해 주고자 하는 궁극적인 목표가 서게 된 것이다.

의학의 발달로 인해 증가하는 노인들에게 다시 대두되는 문제는 건강했던 신체 조직이나 장기도 기능이 저하되거나 손상되어 인위적으로 조직이나 장기를 대체해 주어야 한다는 것이다. 또한 각종 재해로 인한 장기 손상도 끊임없이 발생하고 있고, 아직도 약물로는 치료가 어려운 다양한 질병으로 인해 손상된 장기의 기능을 대신해 주는 대체장기의 수요가 급증하고 있다. 장기를 대체하는 방법은 뇌사자로부터 장기를 기증 받아 이식하는 동종 장기이식과 인공적으로 합성된 재료(금속, 세라믹스, 고분자 또는 이들의 복합재)를 사용하여 장기 형상으로 제조한 임플란트 이식 두 가지가 있다. 동종 장기이식은 신장, 심장, 간, 췌장, 폐 등 기능적 역할을 하는 장기의 대체에 주로 이루어지고 있고, 뼈, 연골, 근육 등 신체 내 구조물이나 지지체 역할을 하는 장기의 대체에는 주로 임플란트 이식 방법이 이용되고 있다.

바이오산업은 인간 생명 연장의 꿈과 함께 혁신적으로 성장하여 향후 IT산업과 함께 세계경제를 선도할 핵심 산업 분야로서 선진 각국에서는 21세기의 국가 경쟁력을 좌우할 중요한 전략 산업 분야로 인식하고 정부와 민간 구분할 것 없이 집중적인 투자를 하고 있다. 국내에서도 1990년대 중반부터 국가적으로 바이오산업의 중요성을 인식하여 과기부, 산자부, 복지부 등 7개 부처에서 공동으로 지원하는 'Biotech 2000' 프로그램을 비롯하여, 산자부 지원의 '생체 하이브리드 재료 및 응용기술 개발' 프로그램 등 대형사업을 수행하고 있으며, 최근에는 복지부의 지원 하에 '조직공학 중점사업' 프로그램도 추진하는 등 건강한 생명 사회 구현을 위해 바이오 관련 연구개발 투자에 박차를 가하고 있다.

바이오산업의 또 하나의 중요성은 막대한 시장 규모에 있다. 바이오 관련 산업의 세계 시장규모를 보면, 의약품 관련 시장이 2001년 기준으로 약 4,000억불 규모이고, 의료기기 시장규모는 2003년 기준 1800억불 규모인데, 이

중 순수하게 생체재료와 관련된 의료용구 시장은 480억불 규모로 추산되며, 매년 5~6%의 신장세를 보이고 있다. 국내 생체재료 관련 의료용구 시장은 2004년 기준으로 연간 5,000억원 규모로 추산되는데 극히 일부 부품을 제외하고는 대부분 수입에 의존하고 있는 실정이다.

이제 바이오 관련 기술은 산업적, 경제적, 사회적 중요성 모든 측면에서 선택이 아니라 필수인 투자 분야가 되었으며, 공학, 생물학, 약학, 의학의 첨단 기술이 모두 필요한 대표적인 다학제간 연구개발 분야로서 그 중요성이 더욱 커지고 있다.

그 중 생체재료라는 것은 여러 가지로 정의되어지고 있는데, 일반적으로 안전하고 신뢰성을 주며 경제적이고 그리고 심리적으로도 거부감 없이 받아들일 수 있는 범위내에서 신체의 기능이나 부분을 대체하기위해 장치를 만드는 재료를 말한다. 좀 더 구체적으로 미국 NIH Consensus Development Conference에서는 생체재료를 "인체의 조직, 장기 또는 기능을 치료, 보완, 대체하는 시스템의 일부 또는 전부로서 특정 기간 동안 사용되는 인공 또는 천연재료(약물은 제외)"라고 정의하였다. 재료 자체의 관점에서 보면 기존의 고분자, 금속, 세라믹스 또는 이들의 복합재료 등 여러 가지 재료가 생체재료로서 사용되고 있는데, 타 분야 적용 시와 확연히 요구되는 차이점은 바로 생체적합성(biocompatibility)이라 할 수 있다. 특히, 생체용 재료는 물성이나, 기능 및 구조 사이의 관계를 우선적으로 이해해야 하면서, 그리고 다음 세가지 관점, 즉 생체재료, 임플란트 그리고 이 두가지의 상호반응을 항시 생각해야 한다. 이러한 생체재료나 임플란트가 인체에 매식되어 성공적인 시술이었다는 판단의 요인은 첫째가 임플란트의 물성과 생체적합성, 둘째가 임플란트 수용자의 건강조건, 셋째가 임플란트 시술하는 혹은 진행과정 관찰자인 외과의사의 수술능력 이 3가지로 들 수 있다.

생체적합성에 대해서는 어떠한 명확한 정의가 없고, 한마디로 말한다면 인체에 해를 끼치지 않는 성질이라 할 수 있다. 그러나 그 간 생체재료 분야의 광범위한 연구를 종합해 보면 생체적합성은 인체와 생체재료 간의 여러 가지 반응들을 포함하는 복잡한 현상이라는 것을 알 수 있다. 생체적합성은 체내의 어떤 위치에서 사용되는 지 얼마나 오랜 기간 있는 지에 따라 달라진다. 예를 들어 순환기 계통에 사용되는 것과 뼈에 사용되는 것의 요구 물성은 다르고, 수개월간 사용되는 것과 수년간 사용되는 것의 생체적합성에 대한 요구 조건은 다르다.

생체적합성이란 체내에서 해로운 이물반응을 유발하지 않아야 하는 한편으로는 조직과 생체재료 간에 결합을 촉진하는 것도 의미한다. 초기의 임플란트는 물리적으로 조직과 결합시키려는 노력을 기울였으나, 최근에는 많은 연구자들이 조직과 임플란트가 화학적, 생물학적으로 잘 결합되어 우수한 결합강도와 안정성을 얻을 수 있는 소위 생체활성 재료를 찾고 있다. 더 나아가서는 높은 결합력을 가지면서 조직이 스스로 유도되는 있는 방법(신기술이 접목된 수술방법이나 적극적인 생체재료의 표면개질 방법)들이 많이 소개 되어오고 있다. 그러나 경우에 따라서 의료용구 관련 규정은 일부 생체활성 재료에 대해 의약품으로 구분해 놓고 있으며, 요구 조건도 매우 까다롭게 규정하고 있다. 현재 생체적합성을 평가하는 많은 방법이 단지 재료의 안전성이나 인체에 적합 유무와 관련된 데이터에 대한 최소한의 정보만 제공하고 있을 뿐이므로 향 후 생체적합성을 정량적으로 결정할 수 있는 새로운 시험방법의 개발이 필요하다.)

생체재료가 갖추어야 할 요건은 상기에서 언급한 바와 같은 생리학적 또는 생물학적 적합성뿐만 아니라 대체하려는 조직이나 장기의 물리적, 기계적 성질과도 부합되어야 하므로 사용 부위에 따라 적정한 강도, 피로강도, 내마모성, 내식성 등의 물성도 고려되어야 한다. 이러한 기계적 특성은 체내 사용 환경에서 물성의 저하가 일어나지 않아야 하지만, 현재까지 사용되고 있는 인공적인 생체재료는 체내의 환경에서 장기간 사용하는 경우 재료 자체의

열화를 완전히 막을 수는 없다.

이상과 같이 생체재료 기술에서는 질병, 부상 등으로 인해 손상된 조직이나 장기를 대체할 목적으로 사용되는 의료용구가 물리적, 화학적, 생물학적으로 생체에 적합하도록 적절한 재료를 적용하거나 새로운 재료를 개발하는 것이 주된 이슈라고 볼 수 있다.

2004년 '기계와 재료' 가을호에 생체재료 특집을 내고, 당시 생체용 금속재료, 세라믹 재료 및 고분자 재료들은 다루었었다. 본 특집에서는 바이오 기술 분야에서 생분해성 물질이나 약물전달 매체로서 생체재료나 각 임상분야별 생체용 재료나 연구개발 동향을 각 전문가들에게 의뢰하여 원고를 마련하였다. 사회 환경 변화와 더불어 생체용 재료 기술도 인간의 삶의 질을 개선하고 국가적으로는 복지지표 달성이란 기치아래 많은 발전을 이루어 오고 있다. 이번 특집호에서는 최근 많이 부각되는 나노, 바이오 및 그 외의 융합기술이 이슈화 되고있는 재료기술과 정형외과, 치과, 심혈관계 임플란트, 체외 고정기구, 의약용 일회용품, 수술기구, 수의학 기구 등 매우 다양하게 적용되는 분야 중에서 정형외과, 치과, 순환기내과, 이비인후과 분야에 대한 임상분야별로 분류하여, 관련 연구자 및 의료관련 산업 분야, 특히 생체재료 분야의 발전에 보탬이 되는 정보 교환의 장이 되었으면 하는 바램으로 봄 특집을 마련한 것이다.

정 용 수

· 재료연구소 표면기술연구부장 책임연구원
· 관심분야 : 표면기술, 생체재료, 연료전지
· E-mail : yjeong@kims.re.kr