

신소재 산업으로의 확장(8)

2. 의료용 섬유재료

인류가 섬유제품을 수술에 사용하기 시작한 것은 4000년전으로 거슬러 올라간다. 에드윈 스미스(Edwin Smith)의 “외과용 파피루스(surgical Papyrus)”라는 책에는 수술한 조직을 꿰매기 위해 사용한 봉합사(suture)에 대해 언급하고 있다. 또 2500년전 인도의 “수스루타 삼히타(Susruta Samhite)”라는 의서에는 당시 사용했던 봉합사의 종류까지 자세히 기록해놓고 있다. 당시에는 동물의 털이나 힘줄, 면사, 나무(“Ashmantaka”라는)의 섬유소 등을 봉합사로 썼다는 기록이 있다.

현대 섬유기술의 발달로 초극세섬유, 중공섬유, 생체적합성 및 생체흡수성 섬유가 개발되어 섬유제품으로 생체조직을 대신하는 인공장기의 개발이 가능해졌다. 특히 고성능필터기술을 이용한 여과기술은 인공신장에 활용되어 만성신부전증 환자의 고통을 덜어주고 있다.

현재 섬유와 관련된 것 중 본격적으로 실용화되고 있는 것은 수술용봉합사, 인공혈관, 인공피부, 인공신장, 인공근육 등이고, 아직 해결해야 할 문제점이 많으나 시험 개발되고 있는 것은 인공심장, 인공간, 인공폐 등을 들 수 있다.

2.1 의료용 일반 섬유제품

옛날부터 거즈, 붕대 등 의료용 섬유제품들이 많이 쓰였으나, 최근에는 가공기술의 발달 및 신섬유소재의 개발로 이러한 소모성 섬유제품의 역할도 점차 바뀌어가고 있다.

특히 향미생물가공 기술의 발달은 특기할만한 것이다. 수술후에는 수술부위에 세균이 침입하여 염증이 생기는 것을 방지하기 위해 항생제를 과다하게 투여하는 경우가 많았다. 그러나 현대의 향미생물가공을 한 거즈를 수술부위에 사용함으로써 수술부위를 세균으로부터 완전히 차단하여 감염을 방지함으로써 항생제의 사용량을 줄이고 과다투여로 인한 부작용과 병원균의 내성 증가를 막을 수 있게 되었다.

2.2 수술용 봉합사

체내에 사용하는 실용화된 의료용 섬유제품 중에서 가장 널리 사용되는 것이 봉합사이다. 봉합사가 가져야 하는 물성을 살펴보면 다음과 같다.

- 강도 : 수술 이후의 조직 변형에도 끊이지 않고 조직을 지탱할 수 있는 정도의 강도를 지녀야 한다.
- 흡수성 : 비흡수형 봉합사는 수술 후 회복에 필요한 10~12일 동안은 흡수 또는 분해되어 강도가 저하되는 일이 없어야 한다.
- 유연성 : 직접 수술을 하는 외과의사들이 쉽게 다룰 수 있도록 지나치게 뻣뻣하거나 쉽게 오그라들지 말아야 한다.
- 매듭짓기 : 쉽게 묶을 수 있어야 하고 묶은 매듭이 쉽게 풀려서는 안된다.
- 조직과의 반응 : 봉합사는 조직이 회복되면 제거하기 때문에 조직과의 친화성은 최소로 해야 한다.

봉합사는 크게 나누어 생체내에 흡수되는 것과 흡수되지 않는 것으로 나눌 수 있다. 흡수형은 수술 후 2~3개월내에 분해 흡수되며, 비흡수형은 수술 후 6개월 이상 분해되지 않고 그대로 유지된다. 흡수형은 찢어진 살갓 등 치료된 후에 조직결합이 강한 부분에 사용되나 혈관봉합 등 봉합부에 긴장이 가해지는 부위에는 비 흡수형이 주로 사용된다. 비흡수형중에서도 견사, 나일론의 봉합사의 강도가 저하되나, 폴리에스터, 폴리프로필렌 등의 봉합사는 열화가 거의 없고 생체와의 반응도 없는 장점이 있다.

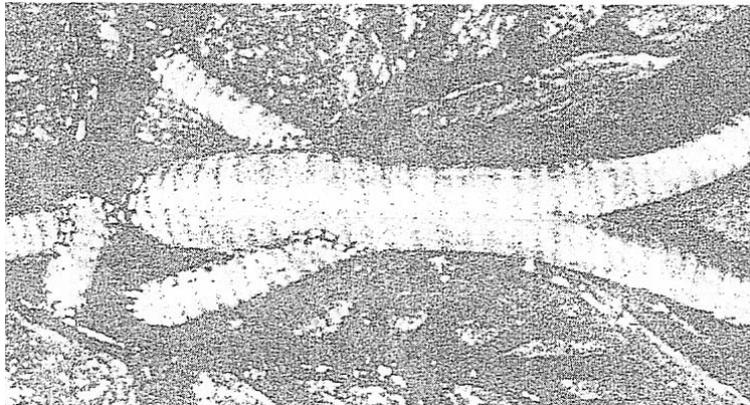
2.3 인공혈관

인공혈관은 글자 그대로, 질병이나 사고로 손상된 혈관의 대체로 생체내에 반영구적으로 묻어 사용하는 이식용(implant)소재의 대표적인 예이다.

인공혈관의 어려운 점은 혈액과 접촉하기 때문에 생겨나는 혈전형성(혈액의 응고현상)이 문제가 된다. 즉 인공혈관이 극복해야 할 문제는 생체내에서의 열화,

생체의 이물반응, 혈전형성 등이다.

합성섬유나 고분자물질을 이용한 인공혈관은 1950년경부터 시도되었다. 나일론, 비닐론, 아크릴로니트릴(Orlon), 폴리에스터(PET), 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE, 상표명 Teflon) 등이 검토되어 그 중 폴리에스터와 PTFE가 현재 사용되고 있다. 폴리에스터 인공혈관 <그림 20>은 내표면에 생체막을 형성시켜 생체 본래의 기능으로 항혈전성을 갖게 하고, 테플론(PTFE)은 재료표면의 혈전형성을 테플론의 낮은 마찰계수를 갖는 표면성질로 억제한다.



인공혈관은 주로 굵은 동맥에 사용하며, 가는 혈관은 대부분 혈관 이식수술을 시행하며 인공혈관은 아직 사용하지 못하고 있다.

<그림 20> 장착이 끝난 폴리에스터 인공혈관

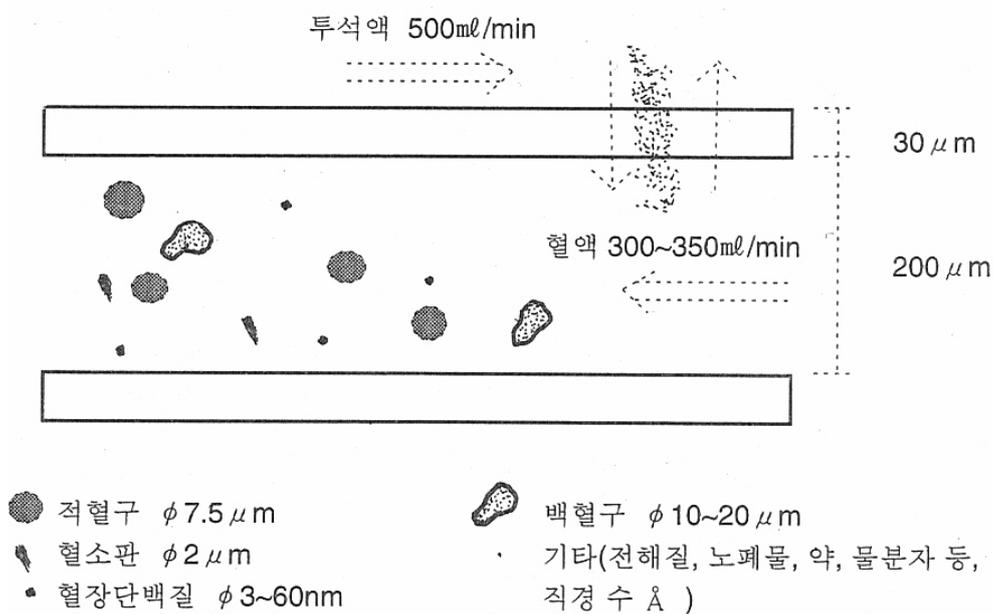
2.4 인공신장투석기(Dialyzer)

인공신장은 현대의 첨단 섬유기술에 의해서 개발된 중공사 제조기술과 항응고제의 개발에 힘입어 큰 발전을 보게 되었다.

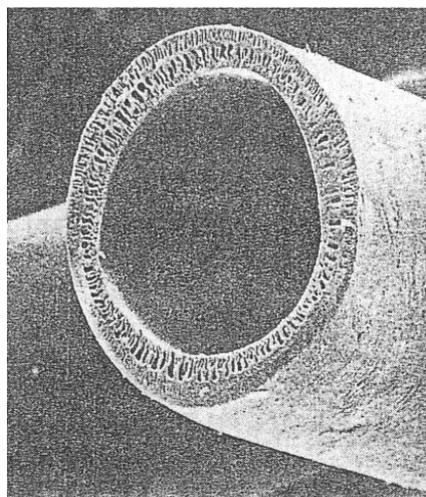
인공신장의 방식으로는 혈액투석(hemodialysis), 혈액여과, 복막투석(peritoneal dialysis), 흡착법 등이 있는데 가장 많이 사용되는 것은 혈액투석이다. 그 원리는, 반투막을 사이에 두고 혈액과 투석액의 농도차를 이용하여 혈액중의 노폐물을 확산, 제거하고 동시에 전해질의 밸런스를 조정함으로써 투석에 의해 걸쭉된 유용물질을 투여하는 것이다 <그림 21>.

반투막으로는 주로 중공사막을 이용하는데, 길이가 약 15~20cm인 중공사를 약

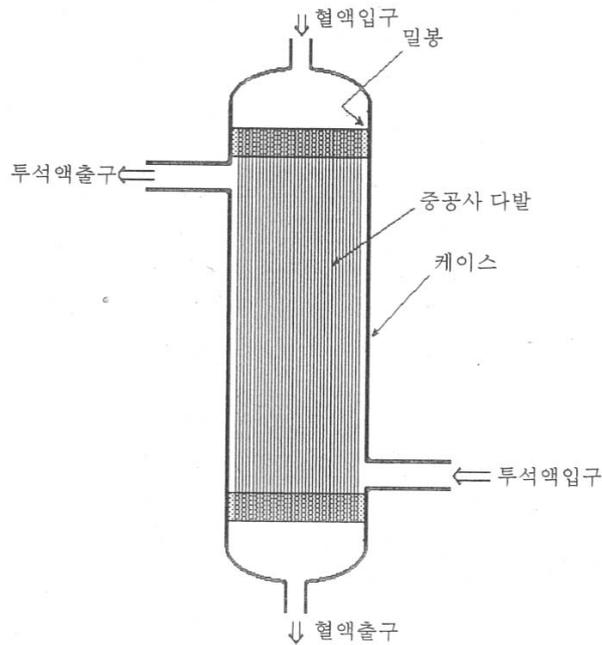
1만개 정도의 다발로 만들어 원통형 플라스틱 케이스에 넣어 중공사 내부를 혈액이 흐르게 하고 외부를 투석액이 흐르게 한다. 중공사는 내경이 약 $200\mu\text{m}$ 막의 두께는 약 $30\mu\text{m}$ 로 투석면적이 넓을수록 고성능의 투석이 가능하다. 이 중공사막은 다공성인 것으로 단백질이나 혈액세포 이외의 것은 투과된다. 섬유소재로는 폴리아크릴로니트릴(PAN), 폴리니트릴로 아크릴, 에틸렌비닐알코올(EVA), 폴리술폰(PS)등이 사용된다.



<그림 21> 주공사투석기의 원리



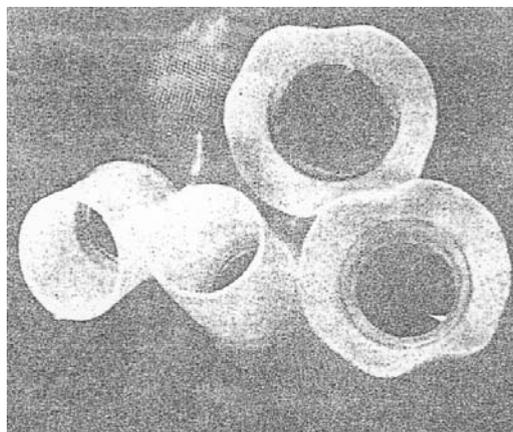
<그림 22> 복합중공사의 단면



<그림 23> 가장 많이 사용하는 중공사투석기의 구조

2.5 기타 인공장기

인공심장에는 고기능성 섬유제품을 50% 가량 사용하여 제작하고 있으며, 그 외에 실용화가 활발히 진행중인 인공장기로는 인공뼈와 인공관절 등이 있다. 인공뼈의 재료로는 세라믹, 플라스틱 등이 처음에는 쓰였으나, 최근에는 탄소섬유를 사용한 탄소/탄소 복합재료를 사용하려는 연구가 활발히 진행되어 곧 실용화 단계에 이르고 있다. 탄소/탄소 복합재료는 생체 뼈와 비슷한 정도의 비중과 강도를 가지며, 무엇보다도 신체 조직과의 적합성이 좋은 장점을 가지고 있다.



<그림 24> 인공심장