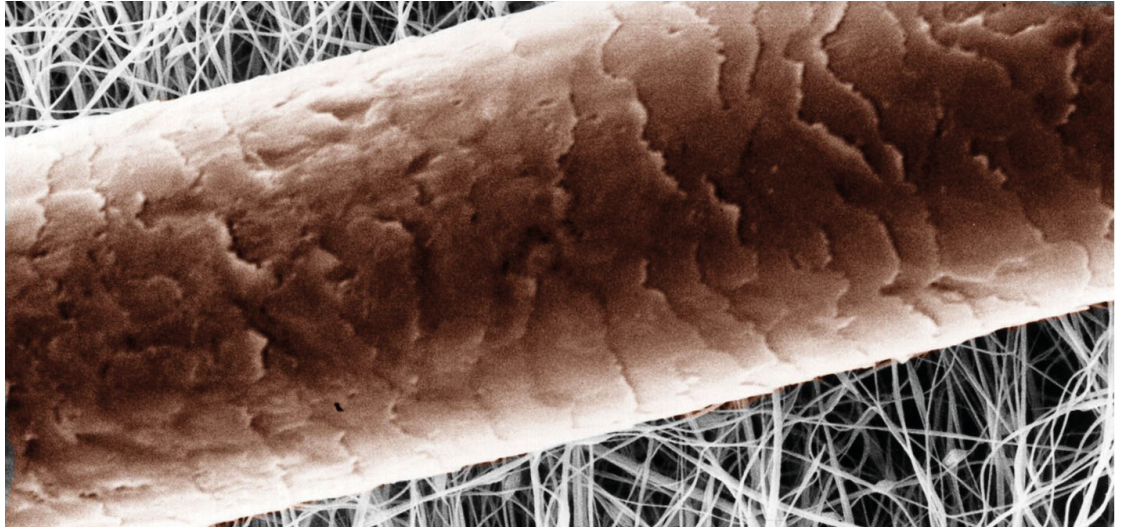


Elektroeğirme

“Sıvıyı İpliğe Dönüştürme Sanatı” ve Biyotıp Eserleri

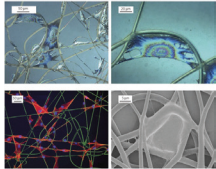
Vücutta oluşan bir hasarı tamir etmek için kullanacağınız yapay bir malzemeyi kumaş dokur gibi basitçe dokuyarak elde edebilseniz ne yapardınız? Ya da böbrek yetmezliği olan binlerce hastaya umut olabilecek bir filtreyi ucuzla üretebilseydiniz? Kökeni 16. yüzyıla dayanan elektroeğirme teknolojisi ile bunlar artık mümkün olabilir.



İpliksi yapılar insan saçından (mikron boyutunda) onbinlerce kat daha ince.

Hızla gelişen teknolojiyle birlikte biyomalzemeler, vücudun herhangi bir bölümünde, ufak bir doku parçası uygulamasından tüm organ uygulamasına kadar geniş bir yelpazede kullanılabilir. Biyomalzemeler yara dolgu malzemesi olabildikleri gibi, ameliyat ipliği ya da sargı bezi gibi destek amaçlı malzemeler de olabilir. Ancak bu malzemelerin karmaşık yapısı, üretim aşamalarının zahmetli ve uzun süreli olmasını da beraberinde getiriyor. Son çeyrek asırdır, bilim insanları bu zahmetli ve pahalı süreçlere alternatif olabilecek yeni yaklaşımlar peşinde koşuyor. Bu yaklaşımlardan belki de en umut vaat edeni elektroeğirme tekniği.

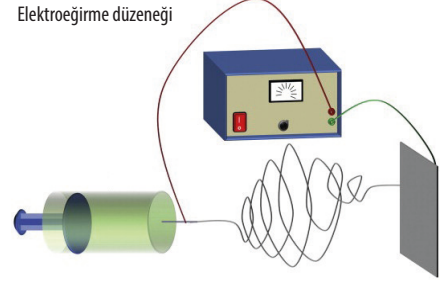
Elektroeğirme tekniği: Kuvvetli bir elektrik alanına maruz kalarak artı veya eksi yüklenen sıvı çözeltili molekülleri, tıpkı iki mıknatısın benzer uçlarının birbirini itmesi gibi, birbirlerinden uzaklaşmaya çalışır. Bu itme, sıvının elektrik alanı doğrultusunda bir su damlası formu almasına sebep olur. Ancak itme kuvveti öyle bir noktaya ulaşır ki, sıvı damlası tıpkı bir sakız gibi uzar ve inceler. Havada ilerlerken kuruyan çözelti, bir karşı plaka üzerinde tıpkı çözülmüş bir yün yumağı gibi, kesintisiz ipliksi fiberler halinde birikir. Bu yöntemle, günümüzde insan saçından (mikron büyüklüğünde) 20.000 kat daha ince, nano büyüklükte ipliksi yapıların elde edilmesi sağlanabiliyor. Elde edilen bu ipliksi yığın, hem yüzey özellikleri hem de fiziksel özellikleriyle biyotıp alanında birçok uygulamada kendine yer buluyor.



Hücreler elektroeğirilmiş iplikçiklerin ağısı yapısında çok kolay tutunarak büyüyebilirler.

Biyotıp alanında elektroğirme: Biyotıp alanında kullanılacak malzemelerden beklenen pek çok özellik vardır. Bu özellikler aslında malzemenin ne kadar biyouyumlu yani biyolojik sistemle ne kadar barışık olduğunun bir göstergesidir. Her ne kadar kullanım yerine göre değişiklik gösterse de biyomalzemedeki beklenen özelliklerin başında, malzeme yüzeyinin pürüzlülüğü, gözenekliliği (boşluklu oluşu) ve mekanik dayanımı gelir. Araştırmacılar yıllar boyunca, ideal biyouyumluluğu elde etmek için pek çok yaklaşım geliştirse de, çoğu zaman istenilen özelliklerin hepsini birden kolayca elde etmek mümkün olmuyor. İşte bu noktada son yıllarda araştırmacıların imdadına iplikli yapılar yetişmiş. Yığın halde-

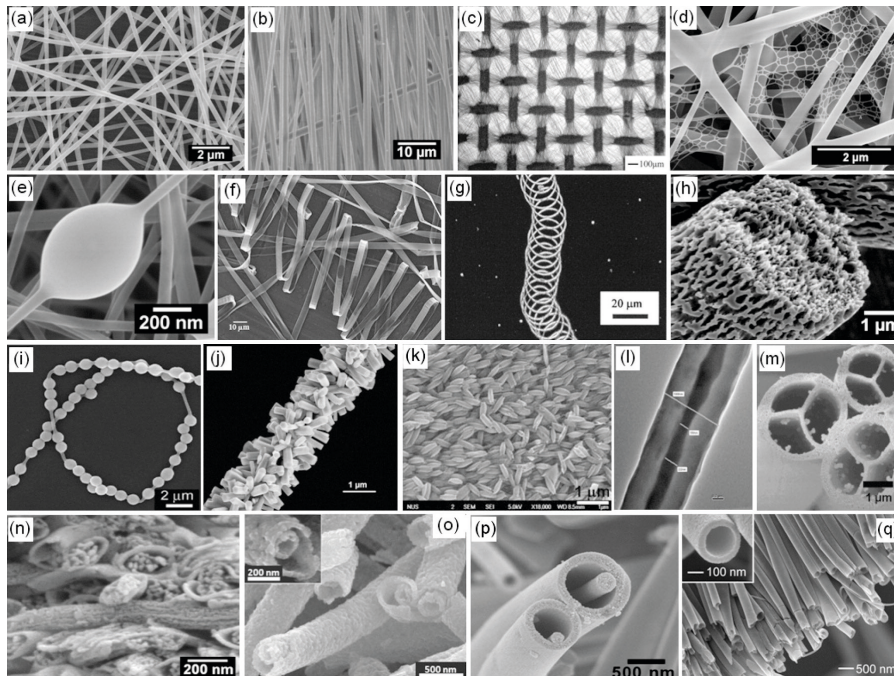
ki iplikli yapılar, hem malzeme ile biyolojik çevre arasındaki etkileşim için gerekli yüzey pürüzlülüğünü ve gözenekli yapıyı hem de istenilen mekanik dayanımı sağlayabiliyor. Ancak iplikli yapıların bu avantajlarından yararlanma çabası beraberinde bazı sorunlar da getiriyor. Özellikle her malzeme geleneksel yöntemlerle iplikli hale getirilemiyor, özellikle de canlı hücreler ile etkileşimli olarak kullanılacak olanlar. Ayrıca genellikle biyomalzeme uygulamaları için elde edilen ipliklerin kalınlığının ve son yapının gözeneklerinin nano büyüklükte olması önem taşıdığından, geleneksel yöntemler burada da sınıfta kalıyor. Elektroğirme tekniği ise canlı hücreyle uyumlu pek çok malzemenin kullanılmasına izin veriyor ve is-



tenilen bu nano özelliklerin elde edilmesini sağlıyor. Bu nedenle yöntem, özellikle nano büyüklükte iplikli yapı üretiminde önemli bir avantaj sağlıyor.

Elektroğirilmiş iplikli yapıların akla gelen ilk özelliği yüzey alanlarının geniş olması. Bu özellik, malzemenin dış ortamla daha fazla temas edebilmesi anlamına geliyor. Parçacık tutucu sistemler için, yani biyofiltre uygulamaları için, elektroğirilmiş yapıların özellikle elverişli olmasının nedeni bu. Yapılan çalışmalar kanın filtrenmesinde elektroğirilmiş polimerik (plastik) iplikli yapılar kullanılmasının verimli olduğunu gösteriyor. Bu sayede gelecekte böbrek yetmezliği olan hastalar için maliyeti ucuz filtreler, yani bir nevi yapay böbrekler geliştirilebilecek.

Suyu sevmeyen (hidrofobik) yüzey özelliğine sahip elektroğirilmiş iplikli malzemelerin katmanlar halinde bir araya getirilmesiyle elde edilen yara ve yanık örtü malzemeleri, hem dış ortamdan gelen nemi ve mikropları uzak tutuyor hem de derideki yaranın nemli ve besince zengin kalmasını sağlayarak iyileşmeyi destekliyor. Piyasadaki pek çok yara ve yanık örtü malzemelerinde bu iplikli yapılar gümüş parçacıkları katılarak antibakteriyel özellik de sağlanıyor.

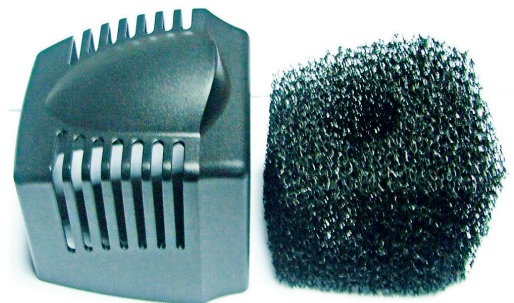


Elektroğirme düzeneği ihtiyaca göre modifiye edilip çok farklı ve karmaşık iplikli yapılar kolayca elde edilebiliyor.

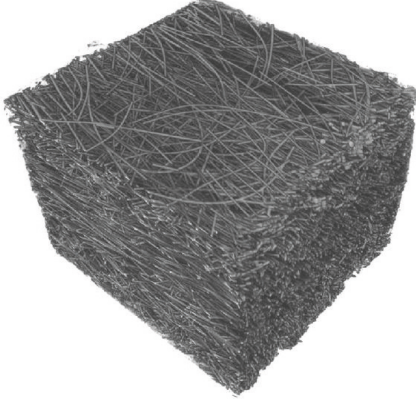
16. yüzyılın başlarında İngiliz fizikçi William Gilbert'in suyun içinde çözdüğü kehrbari elektrostatik olarak yükledikten sonra, konik bir iğne ucundan parçalar halinde karşı yüzeye püskürtmesiyle temeli atılan elektroğirme tekniği, 1900'ü yılların başında J. F. Cooley ve W. J. Morton tarafından patentlenmiş ve o zaman-

dan bu yana biyotıp alanında araştırmacıların ilgisini çekmeyi başarmış. İlk olarak 1930'lu yıllarda tekstil alanında iplikli yapılar elde etmek için kullanılması öngörülen teknik, daha sonra özellikle nanoteknolojinin adından söz ettirmeye başladığı 1990'lı yıllarda, diğer malzeme alanlarına da sıçramış.

Elektroğirilmiş iplikli yapıların sağladığı devasa yüzey alanı, onları filtreleme sistemleri için en uygun aday haline getiriyor.



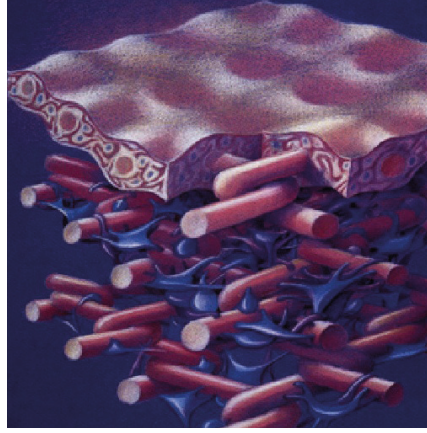
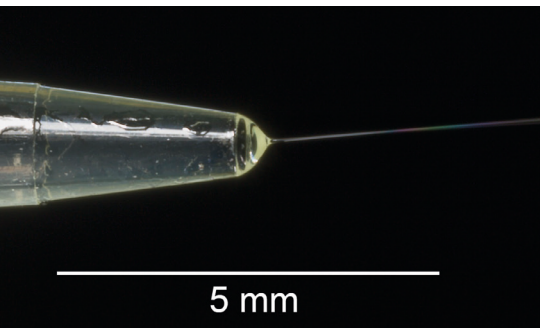
Travma veya hastalık sonucu oluşan doku kayıpları da elektroçğirilmiş ipliksi yapıy malzemelerle giderilebiliyor. İpliksi yapıy, gözenekli oluşları ve yüzey özellikleri bakımından insan dokusundaki hücreleri çevreleyen destek yapıya çok benzediklerinden, yerleştirildikleri hasarlı bölgenin çevresindeki hücrelerin çoğalarak gözenekler boyunca ilerlemesini ve dokunun yenilenmesini destekliyor. Hızlı ve ucuz elektroçğirme tekniğinin kullanılması uygulamada istenilen sonucun başarıyla alınmasını sağlıyor. Elektroçğirme tekniğiyle ipliksi hale getirilebilecek çok sayıda biyoyumlu malzeme bulunduğu için tüm bir dokunun hatta bir organın dahi yapıy olarak üretilebilmesi mümkün.



Elektroçğirilmiş ipliksi yapıy bloklar halinde elde etmek mümkün.

Elektroçğirilmiş ipliklerin ağısı yapıy, piyasadaki damar stentlerine, sinir tedavi kanallarına ve ameliyat ipliklerine benzediği için, elektroçğirme tekniğinin pahalı olan ve uzun zaman alan mevcut üretim süreçlerinin yerini alması muhtemel görünüyor.

Elektrostatik alanının gücü karşısında sıvı gözle görülemeyecek kadar ince ipliklere dönüşüyor.

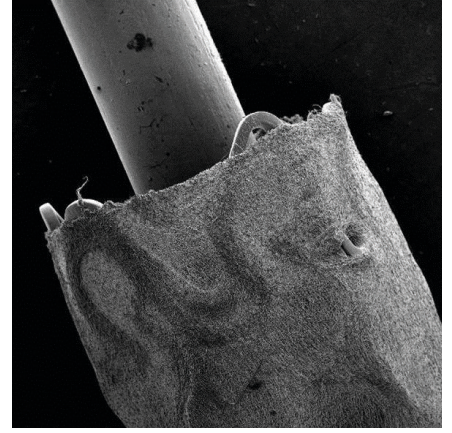


Elektroçğirilmiş ipliksi yapıy tıpkı doğal insan dokusundaki protein yapıy gibi hücrelere yapıy destek sağlayabiliyor.

Normal vücut etkinlikleri sonucu zararsız bir şekilde bozularak kana karışabilen yani biyobozunur malzemeler kullanılarak elektroçğirme tekniği ile üretilmiş ağı yapıy kullanılması, hasarlı bölgenin iyileşmesi gerçekleştiğinden sonra malzemelerin, geleneksel ürünlerin aksine, ikinci bir ameliyata gerek kalmadan vücuttan zararsızca uzaklaşabilmesini sağlıyor.

Gerek doku kayıplarının tamiri gerekse doku iyileşmesine destek amaçlı kullanılabilen bu elektroçğirilmiş malzemeler, çeşitli ilaçlar katılarak zenginleştirilmiş ve biyolojik ortamda bozunan yapıy kullanıldığında, tedavi edilmesi amaçlanan bölgede düzenli ve belirli miktarda, etkin ilaç salımı sağlayabiliyor. Bu sayede, hem doz aşımının hem de ilaçların yan etkilerinin önüne geçilebiliyor.

Gelecekte elektroçğirme: Elektroçğirme tekniğinin sağladığı avantajları keşfeden araştırmacılar, bu tekniği kullanarak elde ettikleri farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip malzemelerden oluşan ipliksi yapıy, gofret katmanları gibi üst üste ya da iç içe geçmiş borular halinde tasarlanmanın yollarını arıyor. Bunun yanı sıra, uygulanan elektrik alan yönlendirilerek veya iplikleri toplayıcı plaka maskeleyerek, elektroçğirilen ipliklerin yönlendirilmesi ve çeşitli desenlerde yapıy elde edilmesi mümkün. Bu sayede hücrelerin üretilen malzeme üzerinde belirli bir yönde üremesi ve yayılması, dolayısıyla ihtiyaca yönelik doku motiflerinin oluşturulması sağlanabiliyor. Gelecekte elektroçğirme tekniğiyle, içi belirli bir hastalığın



Damar tıkanıklıklarında kullanılan stentler, elektroçğirilmiş ipliksi yapıyyla kaplanarak dokuyu sever hale getiriliyor.

tedavisini hedefleyen ilaçlarla, gen tedavisi amaçlayan DNA molekülüyle ve hatta canlı kök hücrelerle doldurulmuş kanal şeklinde ipliksi yapıy elde edilebilecek. Bu yapıy tedavi bölgesine nakledildiğinde hem daha hızlı hem de düşük maliyetle daha etkili bir iyileşme gerçekleştirilebilecek.



Yara örtü malzemelerinin olmazsa olmazı gözenekli yapıy, elektroçğirmeyle kolayca elde edilebiliyor.

Kaynaklar

- Sasmazel Turkoęlu, H., Biyomalzemeler, Ders Notları, Atılım Üniversitesi, 2012.
 Sasmazel Turkoęlu, H., Novel hybrid scaffolds for the cultivation of osteoblast cells, International Journal of Biological Macromolecules 49 (2011) 838-846.
 Bhardwaj N., Kundu S.C., Electrospinning: A fascinating fiber fabrication technique, Biotechnology Advances 28 (2010) 325-347.
 Wang X., Ding B., Yu J., Wang M., Engineering biomimetic superhydrophobic surfaces of electrospun nanomaterials, Nano Today 6 (2011), 510-530.
 Grafahrend D., Heffels K.H., Beer M.V., Gasteier P., Möller M., Boehm G., Dalton P.D., Groll J., Degradable polyester scaffolds with controlled surface chemistry combining minimal protein adsorption with specific bioactivation, Nature Materials 10 (2011) 67-73.
<http://www.ipi-singapore.org>