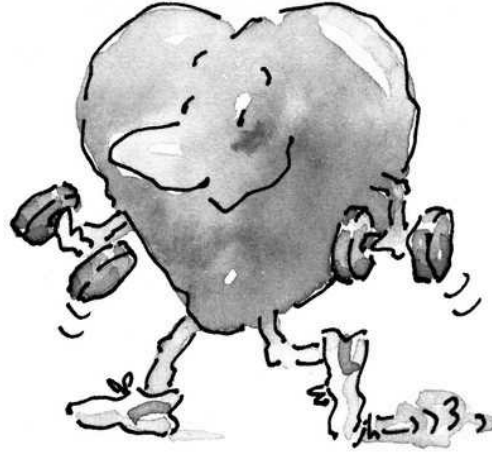


İNSANLIK İÇİN TEKNOLOJİ¹

Mickey S. EISENBERG

Çeviren: Elektrik-Elektronik Mühendisi Övül ESKİ

Her yıl birçok insan ventriküler fibrilasyon'un neden olduğu kardiak arrest nedeniyle ani kalp ölümleri yaşayarak hayatlarını kaybediyor, kalpleri yaşamlarını taşıyamayacak kadar zayıflamış, birçoğu da bitmeyecek kadar uzun bir organ nakli alıcı listesinde bir donör bekliyor. Aslında Scientific-American'ın 2003 tarihli "En büyük katille başa çıkmak: Kalp Hastalığı" adlı sayısındaki yapay bir kalbin sorgulanması adlı makalede söylediği üzere, ki bu makalenin yazılış tarihi 200'dir, her yıl yalnızca Amerika Birleşik Devletleri'nde kalp nakli için sıra bekleyenlere 4000 yeni insan ekleniyor ve Abiomed'in web sitesinde bu listedekilerden her yıl yalnızca 2000 kişinin donör bulabildiğini belirtiyor.. Elbette kalp pilleri, Sol Karıncık Yardımcı Cihazları (LVAD) gibi çağımızın en büyük problemlerinden biri olan kalp hastalıkları için kullanılan birçok tıbbi cihaz var ancak bu yazı kapsamında, 2006 yılında Amerikan İlaç ve Gıda İdaresinin (FDA) AbioCor adlı yapay kalbi onaylamasından da yola çıkarak; AbioCor adlı yapay kalbe, daha sonrasında da ani kalp ölümlerinin birçoğuna neden olan ventriküler fibrilasyon sırasında geç kalınmadan



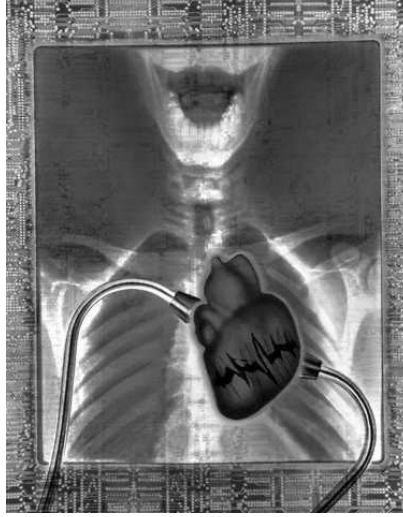
kullanılması halinde çok değerli olan "yaşam"ı kurtarabilen defibrilatörlere ve kısaca gelişimlerine bakacağız.

5 Eylül 2006'da AbioCor FDA tarafından "İnsancıl Kullanım Chazları (HUD-humanitarian use device)" kapsamında onaylandı. Aslında yapay kalbin temelleri yarım yüzyıl öncesine dayanıyor. İlk çalışmalar 1957'de bir köpeğin hava pompasına bağlanarak 90 dakika kadar yaşatılmasına kadar gidiyor. Ancak Jarvik-7'nin dünya çapında yayılan çok da iyi olmayan ünü nedeniyle aslında yapay kalp fikri nerdeyse tamamen rafa kaldırılmıştı. Hatta AbioCor'un üreticisi ve yaratıcısı olan Abiomed firması ve bu konu üzerinde çalışan başka kurumların kaldırılan

Abiomed, deriyi delen kablolarla gerek duymadan, ki bu hastayı enfeksiyon kapmaya eğilimli kılıyor, motorları beslemek için bir yol geliştirdi: HASTANIN KARIN BÖLGESİNE YERLEŞTİRİLEN BİR İÇ PİL KALBIN 20 DAKİKA-1 SAAT ARASINDA ATMASINI SAĞLAYACAK KADAR ENERJİYE SAHİP. BU PİL SÜREKLİ OLARAK ELEKTROMANYETİK İNDÜKSİYONLA YENİDEN ŞARJ OLUYOR. HASTANIN CILDİNİN DIŞINDA BAŞKA BİR BOBİN BİR DİŞ GÜÇ KAYNAĞINA(DİŞ PİLLER) BAĞLI OLARAK EN AZ YAYILIM (RADIATION) VE ISI YAYIMIYLA DERİ ÜZERİNDEN GÜCÜ İLETİYOR.

araştırma fonları için başkentleri Washington'da kendi bölgelerinden olan senatörleri ikna etmeleri de gerekti. 1982 yılında modern tıbbin halka en çok duyurulan klinik deneyleri başladı: DeVries'in ilk kalp değişimini 1982'de gerçekleştirdiğinde, hasta Barney B. Clark bir anda ünlü oldu. Tıbbi durumu nerdeyse günlük olarak haber yapılıyordu. Muhabirler yoğun bakım ünitesine çamaşır sepetinde ya da doktor kılıfına girerek sızmaya çalıştılar. Ancak Jarvik-7'ye bu kötü ününü kazandıran hastaların yaşadıkları

enfeksiyon ve felçlerin başı çektiği komplikasyonlardı. AbioCor, Jarvik-7 gibi güçlü bir hava kompresöründen almıyor. Bu kalbin kalbini, cihazın merkez metal bandının arkasında gizli olan ve pompa ve valf (kapakçık) sistemini süren bir çift elektrik motoru oluşturuyor. Bu pompalama mekanizması hidrolik sıvıyı ileri geri iterek plastik bir hücre zarı çiftinin kalbin iç duvarları gibi atmasını sağlıyor. Atım sayısının kontrolü içinse kalbin içindeki sensörler kalbin sağ tarafına dolan kanın basıncını ölçüyor- vücuttan kalbe dönen kan- ve denetçi buna göre kalbin atım ritmini belirliyor. Atım oranı dakikada 80 ve 150 arasında değişebiliyor. Eğer klinik çalışmalar bu sistemin uygun olduğunu gösterirse sistem AbioCor'un ana birimine sığabilecek tek bir mikroçipe sıkıştırılabilir. Bunun öncesinde denemeler sırasında ise karın bölgesine yerleştirilen daha büyük bir model kullanılıyor. Pıhtılaşmayı önlemek içinse doğru malzeme ve yeterince pürüzsüz yüzeyler üretmeye çalıştılar. Abiomed, deriyi delen kabloları gerek duymadan, ki bu hastayı enfeksiyon kapmaya eğilimli kılıyor, motorları beslemek için bir yol geliştirdi: Hastanın karın bölgesine yerleştirilen bir iç pil kalbin 20 dakika-1 saat arasında atmasını sağlayacak kadar enerjiye sahip. Bu pil sürekli olarak elektromanyetik indüksiyonla yeniden şarj oluyor. Hastanın cildinin dışında başka bir bobin bir dış güç kaynağına (dış piller) bağlı olarak en az yayılım (radiation) ve ısı yayımıyla deri üzerinden gücü iletiyor. Bu sistem deri üzerinden enerji iletimi sistemi (transcutaneous energy transmission (TET) system) olarak tanımlanıyor. Hasta dış güç kaynağını ayrı bir ekranda şarj uyarıcısı olan bir kemerle takabiliyor. Dış pillerle iki saatlik bir özgürlük sağlayabiliyor. 2 Temmuz 2001'de başlayan klinik deneylerle kalp geliştirilmeye devam edildi, yaşanan



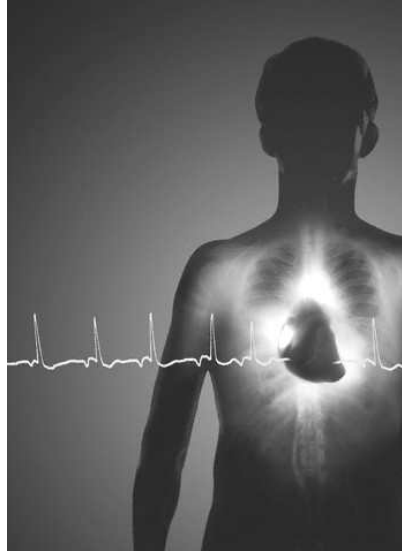
pıhtılaşma sorunları çözüldü, operasyonda önemli olan noktalar belirlendi ve tabii hâlâ geliştirilmeye devam ediliyor.

Scientific-American'ın 2003 tarihli "En büyük katillerle başa çıkmak: Kalp Hastalığı" adlı sayısındaki yapay bir kalbin sorgulanması adlı makalede cihazın çalışması şu şekilde özetleniyor: "AbioCor, insan kalbi gibi sağ ve sol tarafında kanı pompalayan odacıklara sahip. Akciğerlerden gelen temiz kan sol odacığa girip çıkarken, vücuttan gelen kirli kan sağ odacığa girip çıkıyor. Odacıkların arasında kalbin duvarlarının mekanik bir eşleniği var: hava geçirmez bir şekilde mühürlenmiş olan mekanizma pompalama hareketini oluşturuyor. Mekanizmanın ortasında bir elektrik motoru dakikada 5000'den 9000'e kadar dönüş yapan küçültülmüş bir santrifüj (merkezkaç) pompasını döndürüyor. Pompa kalın hidrolik bir sıvıyı itiyor, ikinci bir elektrik motoru bir kapakçığı döndürerek sıvının sırayla pompalama mekanizmasının iki dış bölümünü doldurup boşaltmasını sağlıyor. Sıvı sol tarafı doldurduğunda plastik çeperi dışarı doğru genişleyerek kanı AbioCor'un sol odacığında dışarı itiyor. Aynı zamanda hidrolik sıvı sağ odacığı boşaltarak çeperini daraltıyor, bu da kanın sağ odacığa dolmasını sağlıyor. AbioCor'un dört kapakçığı

plastikten yapılmış ve doğal kalp kapakçıkları gibi yapılandırılmış. Giriş kanalları iptal edilen kalbin sol ve sağ kulakçıklarına, çıkış kanalları ise atardamarlara bağlı. Cihaz yaklaşık olarak bir kilogram ve 20 Watt güç harcıyor. İç pil, elektriksel indüksiyon bobini ve denetleyici parça, yerleştirilmiş (implanted) sisteme fazladan bir kilo daha ekliyor. Hastanın kemerindeki lityum-ion piller indüksiyon bobini yoluyla sürekli olarak iç bataryayı yeniden yükliyor. Bir başucu konsolu da aynı zamanda güç kaynağı ve izleme sistemi olarak kullanılabilir." Gerçi AbioCor'un kullanımı şirket ve FDA tarafından belli hastalarla, iki karıncığın da iflas etmiş olması, kalp hastalığının en ileri safhada olması, LVAD tedavisi alamayacak olması, kalp nakli sırasında olmaması gibi bazı şartlarla sınırlandırılmış durumda. Henüz gerçek insan kalbinin yerini tutmasa da çaresiz durumda iflas etmiş kalbinin pes etmesini beklerken diğer organlarını da yavaş yavaş kaybeden insanlar için yeni bir umut. Kalp hastalıkları yüzünden gerçekleşen ölümlerin bir kısmını da hâlâ nedenleri çok iyi bilinmeyen ventriküler fibrilasyona bağlı kardiak arrest oluşturuyor. İlk defibrilatörü geliştiren Claude Beck'in kendi sözleriyle bunlar "ölmek için çok iyi kalpler". Şöyle ki: eğer yeterince hızlı müdahale edilir ve kalp normal ritmine döndürülebilirse daha uzun yıllar yaşayabilecek kadar iyi durumda olan kalpler. Ventriküler fibrilasyonun nedeni tam olarak bilinmiyor. Yalnızca iskemi (ischemia) (kalp kaslarında yeterli beslenen (herhangi bir damar sorunu nedeniyle yeterince kan gitmeyen) bir kalp kası grubunun kolayca irite edilebilir hale gelmesi sonucu doğal ritmi bozması), uyuşturucu kullanımı, bazı genetik hastalıklar, ya da elektrolit ya da hormonal anormalliklerin tetikleyici olabileceği biliniyor. Doğası tam bilinmediği için önceden

tahmin edilemiyor ve çok hızlı müdahale gerektiriyor. 1947'de Claude Beck defibrilasyon için insan kalbine doğrudan elektrik vermeyi denediğinde defibrilasyon anında yapılabilecek tek şey göğsü açıp açık kalp masajı yapmaktı. Bu da yalnızca zaman kazandırıyor. Beck'in defibrilatöründe yine de göğsü açmak gerekiyordu çünkü elektrik doğrudan kalbe uygulanıyordu, göğüs kafesi üzerinden ne kadarlık bir voltaj uygulanması gerektiği bilinmiyordu. 1956'da Paul M. Zoll göğüs üzerinden de defibrilasyonun uygulanabileceğini gösterince defibrilatörler hastane içindeki ameliyathane ve koroner bakım üniteleri dışında acil servislerde de yerlerini almaya başladı. Ancak hâlâ taşınabilir değildi, tamam tekerlekler belli bir hareketlilik sağlıyordu ancak hâlâ doğrudan şehir şebekesinden alınan alternatif akımla çalıştığı için hâlâ bir prize ihtiyacı vardı ve büyük hacimli yükseltici trafosuyla hem ağır hem de taşınamayacak kadar büyüktü. Bu engel Bernard Lown ve K. William Edmark tarafından defibrilatörlerin DC akımla da çalışabileceği gösterilerek çözüldü. Üstelik böylece operasyon sonrası komplikasyonları da azaltılıyordu. Taşınabilir piller ve kullanılan kapasitörlerle taşınabilir hâle gelen defibrilatörler hâlâ yaklaşık 16 kiloydu ve ventriküler fibrilasyonun yol açtığı kardiak arrest vakalarının çok azı hastanelerde gerçekleşiyordu. Ambulanslara yerleştirilen defibrilatörler ve bunları kullanan sağlık personelleri ile defibrilatörlerin erişilebilirliği daha çok arttı. 1970'lere kadar defibrilatörler manuel

kontrol ediliyordu, fibrilasyon olmayan bir kalbe elektrik vermek kalbi durdurur, görevliler fibrilasyonun varlığına bir osiloskoba bakarak ikna olduktan sonra cihazı ayarlayıp şoku veriyorlardı. 1980'lerden sonra defibrilatörler akıllanmaya başladı. Ventriküler fibrilasyonu anlayabilen bilgisayar algoritmaları standart defibrilatörlere eklendi. Bazıları iki kilodan daha hafif olan bu "akıllı" defibrilatörler, otomatik dış defibrilatörler diye biliniyor ve yalnızca ventriküler fibrilasyon varsa şok uyguluyor. Michael Mirowski ve Morton M. Mower'ın ödeneksiz ya da herhangi bir fonun desteği olmadan 1960'ların sonunda başlayan yerleştirilebilir defibrilatör projesinin klinik deneylerineyse 1980'lerde başlandı ve beş yıl sonra FDA onayını aldı. Mirowski'nin bu konudaki güdüleyicisi Lederman'ınki gibi biraz kişiseldi. Bir arkadaşı ve akıl hocası tekrarlayan ve ilaçlara yanıt vermeyen kalp aritmisi nedeniyle hastaneye kaldırılmış ve kalp bakım



bölümünde sürekli izlenerek tekrarlayan defibrilasyona ihtiyacı olmasına rağmen yaşamını hastanede geçirmek istemediği için bütün telkinlere rağmen kendini taburcu ettirecek birkaç gün sonra evinde yaşamını yitirmiş. İlk yerleştirilebilir defibrilatör yaklaşık 350 gramlık bir walkman büyüklüğündeydi ve yerleştirilmesi için büyük bir ameliyat gerektiriyordu. 1985'ten bu yana birçok kardioverter defibrilatör geliştirildi. Şu anda kullanılanlar kalp pilleri gibi deri altına yerleştirilebiliyor, bir walkman'i tabii ki yerleştiremiyordunuz ve daha sofistikeler. Bütün gelişmelere rağmen hâlâ defibrilatörler ihtiyacı olan hastalara hâlâ yeteri kadar hızlı ulaştırılmıyor. Kullanımı basitleştikçe ve maliyetleri azaldıkça, kısıcası erişilebilirlikleri arttıkça daha çok insan hayatı kurtarabilecekler. Ancak tabii ki, "Defibrillation: The Spark of Life" adlı makalede belirtildiği gibi bu "tıbbi ileri teknoloji, yani hastalığı anlama ve engelleme" düzeyine gelmeden önce verdiği zararı en aza indirmek ve kurtarabildiğiniz kadar yaşamı kurtarma çabasıdan başka bir şey değil.

Kalp hastalıkları her yıl birçok insanı aniden ya da organ nakli listelerinde sıra bekleyerek sevdiklerinden ayırıyor. Yukarıda sözü edilen defibrilatörler ve kullanımı onaylanan AbioCor dışında teknolojiyi insanlığın kullanıma sunan birçok ürün var. Bunların kullanımının ve erişilebilirliğini arttırmak daha çok yaşamın kurtulması ya da daha çok insanın yaşam kalitesinin artırılması anlamına geliyor.

REFERANSLAR

1. Defibrillation: The Spark of Life BY MICKEY S. EISENBERG; SCIENTIFIC AMERICAN, JUNE 1998
2. The Trials of an Artificial Heart BY STEVE DITLEA; SCIENTIFIC AMERICAN, JULY 2002
3. <http://www.abiomed.com/>
4. [Http://www.news-medical.net](http://www.news-medical.net)
5. Anita Hamilton, Time, Nov. 19, 2001
6. [Http://www.fda.gov](http://www.fda.gov)