

Binoküler Görme

Alanında en iyi olmak, en kaliteyi sunmakla mümkün olabildiğine göre, kalite nasıl iyileştirir? Genel bir tanımla, pratikte kalite iyileştirmek, elle tutulur sonuçları olan somut, ölçülebilir işler yapmakla mümkündür. Konumuz olan sağlık sektöründe ise bu, düşük cerrahi komplikasyonlar, daha güvenli tedaviler, muntazam yapılan kontroller, en aza indirilmiş plan dışı hastane ziyaretleri, kendilerine ne yapıldığını bilen ve bunun üzerinde kısmen kontrolü olan hastalarla sağlanabilir.

Yukarıdaki şartların gerçekleşmesi ancak daha iyi eğitim ve yeni teknolojinin bilinci, etkin kullanımı ile mümkün olabilecektir.

Gerçekten de hemen her dalda, ama özellikle sağlık sektöründe yüksek teknoloji ile kalite çok yakın bir paralellik gösterir. Bu yüzden sürekli gelişen ve yüksek teknoloji ürünü olan üç boyutlu (3B) görüntüleme yöntemleri ve özellikle de Sanal Gerçekliğin (SG) tıptaki potansiyel ve kinetik kullanım alanları üzerine çok derine inmeden değinilecektir.

Yazının bundan sonraki kısımları daha anlaşılır kılabilmek için "binoküler görme" (iki gözle görme) ve "3B" görüntü oluşturma tekniklerine kısaca değinilecektir.

Binoküler Görme ve Boyut Kavramı

Bir cisim bakıldığında şöyle bir soru akla gelebilir: "Eğer tek bir gözümüzle cismin sadece bir görüntüsünü görüyorsak, neden iki gözümüzle aynı anda bakıldığımızda iki ayrı görüntü görmüyoruz?" Önce: "Euclid" sonrada "Leonardo da Vinci" kendilerine bu soruyu sormuş ve aslında her iki gözün bakılan noktada birbirlerinden hafifçe farklı iki görüntü gördüğünü anlamışlardır. 1838'de "Sir Charles Wheatstone" yukarıdaki olayın derinlik algımız için çok önemli olduğunu yayınladığı resimlerle -bu resimler aynı cismin sağ ve sol göz görüntülerine uygun çekilmiş birbirlerinden hafifçe farklı olan resimlerdir- göstermiştir.

Günümüzde, birbirinden farklı bu görüntülerin görme korteksi tarafından tek bir stereoskopik görüntü halinde birleştirildiği ve işlenip bize derinlik duygusu olarak kazandırıldığı bilinmiyor. Yani çift gözle görmede çevremizi sadece horizontal (X) ve vertical (Y) eksenlerde değil, derinliği ile de algılayabiliriz (3B Görme). Ancak insanların % 2-10'u tek göze, çevrelerini tam anlamıyla "3B" algılayabilecek kadar dominanttır. Derinlik,

iki gözle görmek suretiyle algılanabilir. Tek gözle çevreye bakıldığında derinliğin kaybolması bunun pratik ve kolay bir kanıtıdır.

3B'lu Görüntü Elde Etme Yöntemleri

"Gerçek 3B görüntü" elde etme yöntemleri, iki gözle görmedeki her iki göz için aynı cismin farklı görüntülerinin görülmesi ilkesine dayanmaktadır. "Gerçek" ten kasıt 3B'lu bir cismin 3B'lu görüntüsünün elde edilmesidir (Heykel, 3B'lu bir cismin 3B'lu görüntüsüdür).

Bu amaçla kullanılan yöntemler:

Lenticular: Yakın geçmişte video oyunlarında moda olmuştur. Ciddi amaçlarla kullanım için yetersiz bir yöntemdir. Bu nedenle üzerinde durulmayacaktır.

Holografi: Lazer kullanılarak elde edilen "gerçek" 3B'lu görüntüdür. Sistemin kurulmasının pahalılığı yanında, görüntünün elde edilmesi de pahalı ve zaman alıcıdır. Halen, maliyeti düşürmek, hızlı artırmak ve bilgisayarın hafızasındaki herhangi bir görüntüyü holografik olarak oluşturacak bir sistem kurmak için çalışmalar sürmektedir. Nitekim, ticari veya araştırma amaçlı kullanılmak üzere bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüsünü holografik olarak oluşturacak bir sistem yapılmıştır. Ancak, hâlâ çok pahalı ve yavaş. Bütün bu olumsuzluklara bir de oluşan görüntünün donuk ve belirsiz olması eklenince yaygın kullanımı şu an için mümkün olamamaktadır. MIT (Massachusetts Institute of Technology)'de bu konu üzerinde çalışmalar sürmektedir.

Stereografi: Şu anda tıpta ve diğer alanlarda en çok kullanılan "3B" görüntü elde etme yöntemidir. Dijital stereografi ve stereofotografi, jeolojik araştırmalarda, pilot eğitiminde, savaş simülasyonunda, ışık mikroskopu ve tarama elektron mikroskopunda, moleküler modellemede, bilgisayar destekli tasarımda (CAD), imalatla, insanlı ve insansız uzay araştırmalarında rutin kullanıma girmiş durumdadır.

Stereografi yöntemi hiç de yeni olmayıp, 1839'da fotoğrafın bulunmasıyla filizlenmiştir ve temeli binoküler görmeye dayanır. Bu yöntemde bir cismin ya da ortamın fotoğrafları, sağ ve sol göze özel olacak şekilde çekilir (yani birbirlerinden hafif farklı olacak şekilde). Bu yöntemle çekilen fotoğraflar, sağ göze sağa özel fotoğraflar, sol göze de sola özel fotoğraflar denk gelecek şekilde, sinema şeridi gibi geçirilir ve bu şekilde 3B görüntü elde edilmiş olur.

Bu yöntem bir dönem çok moda olmuş ve radyolojide direkt grafilerin incelenmesinde kullanılmıştır. Ancak, kayma olmadan iki göz aynı ayrı filmlerin çekilmesinin zorluğu ve çift doz radyasyona maruz kalma zorunluluğu yüzünden terk edilmiştir.

Gelişen teknoloji tarafından yıllar süren uykusundan uyandırılan bu yöntem tekrar ilgileri üzerinde toplamaya başlamıştır. Bu yöntem kullanılarak BT ve MR'nin (Magnetik Rezonans) 3B görüntüleri elde edilmektedir. Ancak, süper bilgisayarlar dışındakilere gerçek zamanlı (real time) 3B BT ve MR görüntü elde edilmesi şu an için mümkün değildir. Bu yöntemle, cerrah ameliyattan önce hastanın patolojik ve non-patolojik anatomisini 3B olarak görebilir. Bu şekilde ameliyat planını daha doğru olarak yapabilir; böylece risk düşer, buna paralel olarak yapılan işin kalitesi de artar.

Stereografik yöntem, kitaplarda ve slaytlarda kullanılabilir ki, bu daha iyi eğitim, çok daha etkileyici konferanslar demektir. İki adet slayt cihazı, sağ ve sol gözün görüntüyü algılama farkına göre yapılmış slaytlar ve izleyicilerin takacakları özel gözlüklerle slayt gösterileri 3B yapılabilecektir.

Stereografik yöntemler içinde en hızlı gelişeni "Sanal Gerçeklik" (SG) tir. Aşağıdaki bölümlerde "SG" ye kısaca değinildikten sonra, tıpta kullanımına geçilecektir.

Sanal Gerçeklik

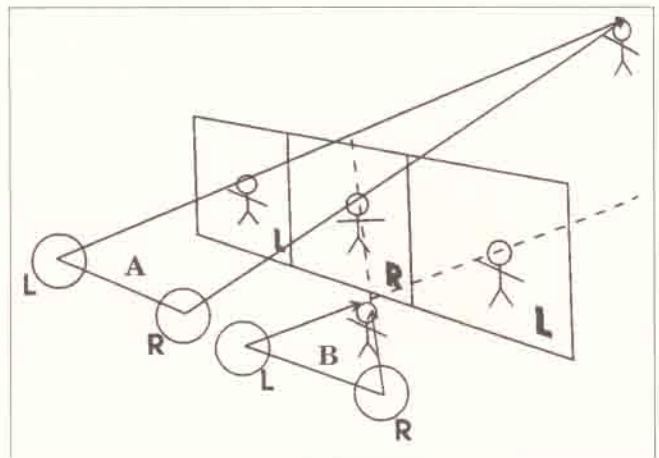
"SG" kullanıcıyı bilgisayar tarafından yaratılan sanal dünyaya sokan sistemdir. Bilgisayar tasarımı olan bu sanal dünyadaki herşey incelenebilir, manipüle edilebilir ve kişi bunların çevresinde dolaşabilir. Görülen herşey o kadar gerçekçidir ki, sistemin başlığını takmış olan kişi, eğer bir uçurumun kenarına gelmişse, düşmek için -aynen gerçek hayatta ol-

duğu gibi- bir, iki adım geri atacaktır.

"SG" nin en önemli özelliği ise, yaratılan sanal ortamlar kişi arasında aynı gerçek ortamlarda olduğu gibi, karşılıklı etkileşim kurmasıdır (yani bu sistem interaktiftir). Bu ortamda, kullanıcı yaptığı her hareketi yaşar ve davranışlarını içinde bulunduğu sanal ortama ve bu ortamda oluşan değişikliklere uydurmak zorunda hisseder. "SG" kullanıcıya sentetik olarak yaratılmış bir ortam sunar. Sinema da bu sentetik ortama sunar. Ancak fark, sinemada izleyici pasiftir. Kişi bulunduğu sentetik ortamdan perdenin dışına bakıp kolayca çıkabilirken, "SG" yukarıda belirtildiği gibi, kullanıcıyla etkileşir, onu ortamın parçası haline getirir. Kullanıcının yaptığı her hareketin, aynı gerçekte olduğu gibi, içinde bulunduğu ortama bir etkisi ve ortamın da bu etkiye (etkilere) tepkisi vardır. "SG" de kullanıcı kafasını ya da gözünü çevirmekle yapay ortamdan çıkamaz. Sadece görüş açısını ve alanını değiştirebilir.

Farzedelim ki, "SG" aracılığıyla kullanıcıyı bir cankurtaranın yanına götürdük. Kullanıcı cankurtaranın çevresinde dolaşabilir, başını eğerek altına bakabilir, içine girebilir ve (kullanıcının) giydiği özel bir eldiven aracılığı ile sedye üzerindeki yastığı alıp, yere koyabilir ve bunları yaparken de yastığı tutan ellerini, adım atan ayaklarını, tamamen gerçeğe uygun olarak görebilir. Tüm bunlar olurken; aslında filen var olmayan ortamında hareket eden kullanıcının dışından görüntüsü kask giymiş pandomini sanatçısından farksızdır.

"SG" in diğer "3B" sistemlerinden farkını büyük bir akvaryum örneği ile açıklayabiliriz: Kullanıcı diğer sistemlerle yaratılmış akvaryum görüntüsüne bakıp derinliğini algılayabilir. Ancak, içine girip balıklarla çevrelediğini göremez. İşte "SG" bunu sunmakta, yani, kullanıcıyı (sanal) ortamın parçası yapmaktadır.



Şekil 1: A Uzaklaştırma, B yakınlaştırma Yöntemi

SG'nin Kullanım Alanları

Eğlence sektöründe: Video oyunları
Dış ve iç mimari tasarımda: Japon Matsushita Firması, müşterilerine evlerinin mutfakını seçtikleri mobilya ile istedikleri gibi döşeyip içinde doluşmalarını sağlayan bir sistem sunmaktadır.

Laparoskopik Cerrahide: Telepresence cerrahisi ile birlikte kullanılabilmektedir.

İletişimde: Konuştuğunuz kişi ile aynı odadaymış gibi karşı karşıya yapılan telefon konuşmaları.

"3B" lu bir cisim hakkında detaylı bilgi gereken hallerde: İki radyoloji uzmanı, hastanın BT görüntüsünün içine girip tümörün lokalizasyonunu tartışabilir.

Bilgisayar destekli tasarımda (CAD): Kuzey Caroline Üniversitesi'nden araştırmacılar prenatal ultrasonografi görüntüsü ile annenin video görüntüsünü birleştirmişlerdir. Böylece fetus "3B" lu olarak anne karnında iken görüntülenebilmektedir.

İstenmeyen kullanım alanları:

Sanal Seks

Sanal haplar (Elektronik LSD)

3B'lu Görüntülemenin Tıpta Kullanımı

Genel Cerrahide Kullanım

İnsan doğadaki en karmaşık anatomiye sahiptir. Bu yüzden, cerrahi bir operasyonu simülasyon için kullanılan simülatör üstün özelliklere sahip olmalıdır. Sistem sanal anatomiyi ayrıntılı bir şekilde doğru, anlaşılır ve gerçeğe uygun şekilde göstermelidir. Kullanıcıyla sistem arasında karşılıklı etkileşime bağlı iletişim kurulabilmektedir. Bunlara ek olarak, üzerlerinde çalışılan sanal organlar gerçeğe uygun, doğal tepkiler vermektedir. Üzerlerine kuvvet uygulanınca deforme olmalı, kesi yerine göre kanamalı, doku sıvısı sızmalı, yani cerrahi gerçeğe yaklaşmış ayrıntılar olmalıdır.

"SG" kullanılarak yapılan sanal ameliyatlarda halen çözülmemiş ve önümüzdeki 8-10 yıl içinde çözülemeyecek gibi görünen sorunlardan biri de basınç ve taktik duyunun (dokunma, iki nokta ayırımı vs.) cerrahi hissettirilmesidir. Ağrı, şekil ve kendine özgü dokudan yoksun, sadece "3B" görüntüsü olan bir cismi tutmak, fakat hissedememek, kullanıcıyı gerçekten uzaklaştırır ve bulunduğu ortamın hayali olduğunu hissettirir. Bu sorunu atetmek için kullanılan "Tele Tact Eldiven denilen eldivenler (parmak uçlarına ve avuç içine yerleştirilen, basıncı bilgisayar tarafından değiştirilen balonlarla kullanılmaya basıncı hissini veren sistem), içlerinde titreşim yaratarak kullanıcıya pürüzlü yüzeye dokunuyormuş hissi veren eldivenler vardır. Ancak, birinci sistem, kullanıcıya tıttığı cismin katılık hissini veremezken, ikincisinde basıncı duyunu veremez-

mektedir. Üzerinde çalışılan diğer bir sistem ise, kullanıcının elini bir ayna hayali gibi takip eden robot koldur. Bu sistemde kullanıcı sanal ortamda bir masaya bastırıldığı zaman, kullanıcının elini takip eden robot kol, aynı anda karşıdan, iterek masaya bastır-yormuş hissi verecektir.

Sonuçta "SG" sistemlerinin önemli bir açığı olan karmaşık duyuların taklidinin daha başlangıç evresinde olduğu söylenebilir.

Bütün bu teknik zorluklara rağmen Noar ve arkadaşlarının endoskopik simülatörü, Stava'nın cerrahi "SG" taklitçisi ve en yeni olarak da laparoskopik kolesistektomi simülatörü oldukça umut veren çalışmalarıdır.

Stava'nın sistemi sadece abdomen içindir ve cerrahi eğitim amacıyla tasarlanmıştır. "SG" temelinde çalışılan bu sistem, kullanıcıya gerçek bir ameliyatta bulunmadan veya kadavra dissekte etmeden, gastrointestinal sistemin defalarca ve istediği manipülasyonu yaparak inceleme şansını vermektedir.

Laparoskopik Cerrahide Kullanımı

Laparoskopik cerrahide dokunma ve basınç duyularına ait sorunlar minimal olduğu için "SG" burada kullanılabilir. Sadece laparoskopik aletlerin organları geçerken ya da içinde hareket ederken, karşılaştıkları direnci taklit etmek, cerrahin duysal geri beslemesi için yeterli olmaktadır.

"SG'nin laparoskopik cerrahideki ilk pratik uygulaması "Sanal Klinik" tir. "Sanal klinik", minimal invaziv cerrahi için geliştirilmiş, ileri düzeyde bir simülatördür. Bu sistem laparoskopik operasyonları sanal olarak yapma olanağını sağlar. Bu sistemde, sanal operasyon gerçek operasyonda kullanılan laparoskopik aletlerin fiberglastan yapılmış bir insan vücudu heykeline taktiki ile yapılır. Cerrah, cihazın pozisyonlarını değiştirdikçe ilgili organlarında görüntüleri gerçeğe uygun olarak değişir. Bir de bunlara duysal geri beslemeyi de ekleyince, operasyon yapılacak kadar gerçeğe uygun hale gelmektedir.

Laparoskopik cerrahi uzmanı eğitiminde "SG" simülatörü kullanımı ideal bir yol olabilir. Çünkü "sanal klinik" sistemi ile, farklı farklı operasyonları ve karmaşık manevraları tekrar tekrar, kimseye zarar verme riski olmadan yapmak mümkündür.

"SG" nin laparoskopik cerrahide karşılaştığı sorun ise, kanayan damarların gerçeğe uygun taklididir ki, çözümlüne çok yaklaşılmıştır.

"SG" görüntüsü ile BT ve MR görüntüsü üst üste bindirebilir. Bu sayede, örneğin bir tümör operasyonundan önce, operasyonun sanal olarak yapılması ve risksiz bir şekilde en

uygun yaklaşıma karar verilmesi mümkündür. Bu yöntemle tümör tam olarak lokalize edilip, rahat ve hatasız bir temizleme yapılabilir ki, bu da operasyonların çok daha yüz güldürücü olmasını sağlayacaktır.

"SG" nin gelecekteki ayrılmaz bir parçası ise, "Telepresence Cerrahisi" dir. Bu sistemde, cerrah ile hasta aynı ayrı mekanlarda oldukları halde operasyon yapılabilmektedir. Sistem savaşta (cephede) kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Bu sistemde, hastanın içine bir robot tarafından kontrol edilen laparoskopik aletler yerleştirilir. Cerrah, bulunduğu yerden operasyonu sanal olarak yaparken, robot, hasta başında aynı hareketleri tekrarlayarak gerçek operasyonu yapar. Stanford Üniversitesi'nden Philip Green (biyomedikal mühendisliği, araştırma laboratuvarı yöneticisi) prototip bir telepresence cerrahi (TC) sistemi geliştirilmiş, kolesistektomi ve ince bağırsak anastomozu operasyonlarını, eksivo (vücut dışında) olarak domuz organları üzerinde gerçekleştirmişlerdir.

Nöroşirürjide Kullanım

Araştırmacılar, hastanın gerçek video görüntüleri ile, "3B" lu, BT ya da MR görüntülerini birleştirmeye çalışmaktadırlar. Böylece tümör rezeksiyonları çevre dokuya minimal zarar verilerek yapılabilmektedir.

Stereotaksik yöntemin, serebral lezyonların çıkarılmasında kullanıldığı haller için de, beş eklemlilik bir robot kol, "SG" ve "TC" den oluşan bir sistem geliştirilmiştir. Bu kombine sistem, cerraha, tümöre ulaşmak için seçeceği muhtemel traseleri, açılacak kafa kısmının büyüklüğünü planlama ve değişik operasyon şekillerine göre, sonuçta fonksiyonel olarak ortaya çıkabilecek tabloyu gerçeğe yakın tahmin etme şansını vermektedir. Ro-

bot kola takılacak bir intra operatif ekografik probe ile, süregelen operasyonun dokuda yarattığı tahribat "3B" olarak gösterilecektir.

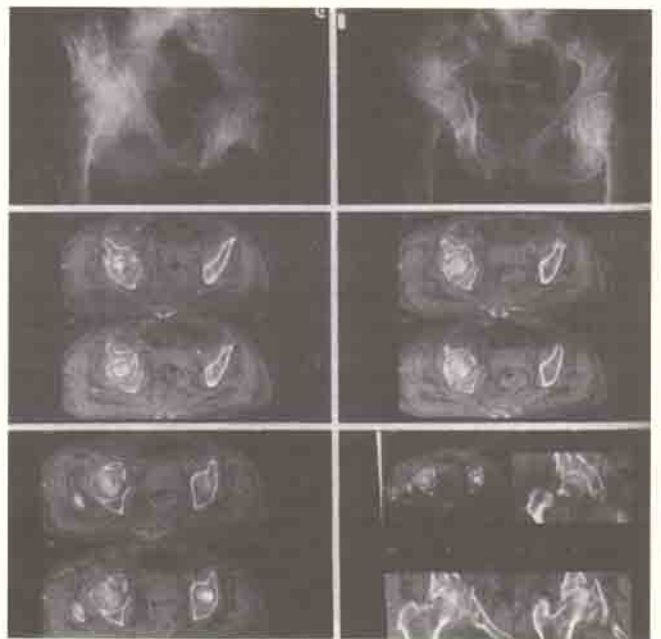
Beyin Hasarının Rehabilitasyonunda Kullanım

Santral sinir sistemini ilgilendiren ağır yaralanmaların çoğunda serebral uyanma aktivasyonunda zayıflama olur. Yaralanın şiddetine göre buna, dikkatte azalma, hafıza ve motivasyon bozuklukları gibi eklenmeler de olabilir ki, bu da hastanın çevresi ile etkileşimini iyice azaltır. Motor ve sensor bozuklukların da eklenmesiyle tablo iyice ağırlaşır.

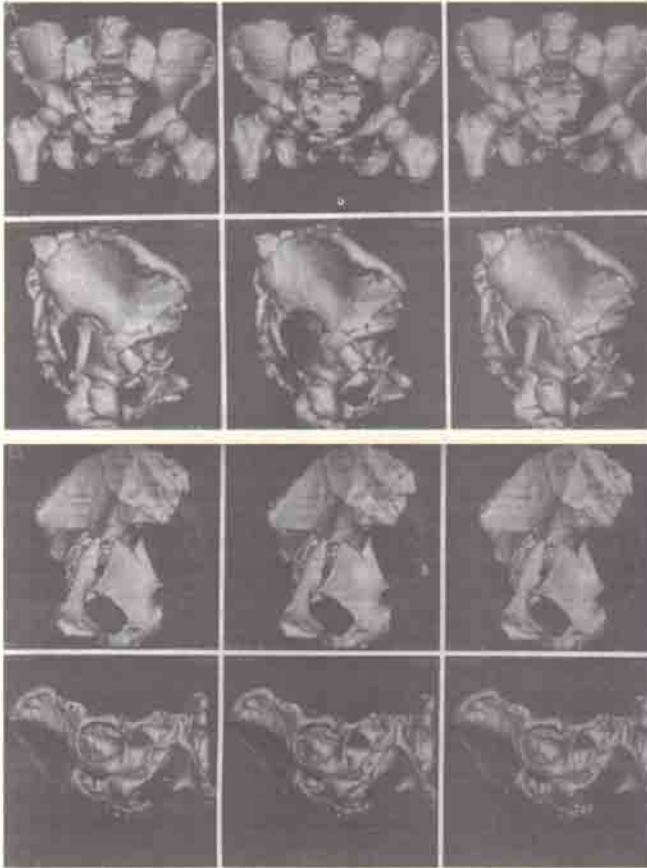
Dış ortamdaki kopukluk, sadece akut yaralanma evresi ile sınırlı kalmayıp, hastanın yakasını ömür boyu bırakılabılır, hatta artarak ilerleyebilir.

Klinisyenlere göre, bu hastaların çevreleri ile etkileşimlerinin sağlanması, tedavinin can alıcı noktasıdır. Hayvan deneyleri ile gösterilmiştir ki, çevre ile etkileşim arttıkça, serebral korteks kitlesi artmış, kortekste ki hücresel bağlantılar gelişmiş, glial aktivite ve kortikal metabolik hız artmıştır. Bütün bunlar da hastalarda rehabilitasyonun önemini göstermesine rağmen, günde ancak 30 ila 60 dakika rehabilitasyon yapılabildiği de diğer bir gerçektir (ABD şartlarında). İşte "SG" bu noktada devreye girmektedir. Çünkü sistemin kendisi, kullanıcıya sunduğu havali ortamla kullanıcının etkileşimini sağlama özelliğine sahiptir. Böylece bu hastalar motor ve sensorial durumlarına göre yaratmış hayali ortamlar içine konarak uzun süre rehabilitasyona tabi tutulabilirler.

Ayrıca, "SG", bu tür hastalarla ilgilenen personelin (doktorlar dahil) eğitiminde de kullanılabilir. "SG" kullanılarak taklit edilebilen çok çe-



A. Akut acetabular kırığın direk grafileri, B. Aynı kırığın BT filmleri



Resimler -sol baştan itibaren- sol göz görüntüsü/sağ göz görüntüsü/ sol göz görüntüsü şeklinde yerleşmişlerdir. Böylece çıplak gözle bakma yöntemlerinden "uzaklaştırma" yöntemi kullanılacaksa sol göz/sağ göz, "yakınlaştırma" yöntemi kullanılacaksa sağ göz/sol göz için özel yapılmış resimlere bakılmalıdır. Uzaklaştırma Yöntemi: Görüntüler 25-30 cm uzaklıkta tutulur. İlk iki resmi ayıran çizgiye bakılır ve yavaş yavaş sonsuza bakıyormuş gibi gözler serbestleştirilir. Görüntüler önce çiftlenecek daha sonra üst üste binip tek bir "3B" lu görüntü haline gelecektir. Yakınlaştırma Yöntemi: Resimler 25-30 cm uzaklıkta tutulur. Yalnız bu sefer 2. ve 3. resimler kullanılır. Yine, orta hattaki resimleri ayıran çizgiye bakarken, gözler hafifçe sağı hale getirilir (bu şekilde sağ göz, sağ göze özel resme; sol göz, sol göze özel resme odaklanır). Bir süre sonra yukarıda anlatıldığı şekilde "3B" lu görüntü elde edilir. Şematik açıklama için şekil 1'e bakınız.

şitli hasta tiplerine yaklaşım ve yapılması gerekenler, tamamen gerçek hayata uygun şekilde, ilgili personele öğretilir.

Kardiyolojide Kullanım

"3B" lu ekokardiyografik rekonstrüksiyon sistemi ile, gözlenen kalp ve büyük damarların istenilen şekilde kesitleri alınabilmektedir. Böylece, kardiyolog ancak bir cerrahın ameliyatta görebileceklerini monitörde "3B" lu olarak görebilir. Kalbin ve büyük damarların "3B" lu görüntülenmesi, özellikle pediatrik kalp hastalıklarında önemlidir. Ayrıca, "SG" kullanılarak kapakçık replasmanı ameliyatı preoperatif olarak demontre edilmiştir. Bu sistemle, diğer kardiyak ameliyatlarda planlama aşamasında sanal olarak yapılabilir. Bu, düşük cerrahi komplikasyonlar ve yüksek başarı demektir.

Ortopedide Kullanım

Ortopedik cerrahın amacı anormal anatomiyi düzeltmektir. Bu, anatomik bozukluğun tam olarak anlaşılması ile mümkündür. Birçok durumda hikâye, fizik muayene ve direkt

grafiler yeterli bilgiyi sağlar. Ancak, asetabulum ve pelvis kırıklarında klasik yöntemlerden çoğunlukla yeterli ölçülerde bilgi edinilemez.

Pelvis sağlamken bile oldukça karmaşık bir yapıdadır. Kırıldığında, özellikle de asetabulum da olaya katılıyor, çok karmaşık şekiller oluşabilir. Bu hallerde BT, patolojinin anlaşılması için çok önemli bir yöntemdir. Ancak, cerrahın BT dilimlerini kafasında "3B" lu hale getirip yorumlaması hem zor hem de hataya açıktır.

Geliştirilmekte olan "3B" lu görüntüleme yöntemleri ile, bu BT ya da MR dilimleri bilgisayar tarafından birleştirilip, stereografik yöntemle "3B" lu hale getirilip kullanıma sunulabilir ki, bu, patolojinin anlaşılmasını çok kolaylaştıracaktır.

Cerrah, bu sanal pelvis üzerinde plandığı düzeltmeleri yapıp, sonuçlarını (ameliyattan önce) görebilecektir. Bu yöntem BT ve MR kullanılarak incelenen herhangi bir vücut bölgesine kolaylıkla uygulanabilir.

Plastik Cerrahide Kullanım

Ameliyattan önce "3B" lu görüntüleme sistemleri kullanılarak ameli-

yat planı yapılabileceği gibi, postop sonuçlar da gözlemlenebilir. Hatta, hastaya operasyondan sonra gülüşünün nasıl olacağı gösterilebilir.

Kullanıcı ameliyat edeceği bölgeyi istediği herhangi bir açıdan görüp inceleyebileceği gibi, istediği bölgeyi büyüteç altına alıp inceleyebilir.

Psikiyatride Kullanım

"SG" ve sanal insanlar psikoterapide kullanılabilirler. Hasta, yaratılan çeşitli ortamların içine sokulup, tepkileri gözlemlenebilir. Hayatta olmayan bir yakını veya arkadaşı ile konuşabilir ya da hastayı çok etkilediği bilinen bir olay tekrar yaratılıp, istenildiği gibi yeniden düzenlenip hastaya yeni şekilde tekrar yaşatılabilir. Tabii ki söylenenlerin hastaya ne kadar faydalı olacağı kesinlikle bilinmemektedir.

Eğitimde Kullanım

Bütün bu sistemler bilgisayar bağımlı oldukları için, geleceğin doktorlarının bilgisayar kullanımını bilmemeleri düşünülemez.

"SG" cerrah eğitiminde vazgeçilmez olacak gibi görünmektedir. Çünkü, istenilen her vaka ya da durum taklit edilebilir ki, bu cerraha, kimseye zarar verme riski olmadan eğitimini en iyi şekilde tamamlama şansını verecektir.

"SG", lisans düzeyinde de vazgeçilmez olacak gibi görünmektedir; çünkü tip görerek ve yaparak öğrenilir. Bu sistem sayesinde kimsenin canını yakmadan acemilik yıllarını atlatmak mümkün olabilecektir.

Ümit Veren Gelişmeler

Buraya kadar "3B" lu görüntüleme yöntemlerinin tıptaki kullanımlarına kısaca değinilmiştir. Şimdi ise, "SG" gibi "Minimal İnvaziv Cerrahinin" (MIC) ayrılmaz parçaları olacak diğer gelişmelere değinilecektir.

"MIC" nin amacı herhangi bir girişimsel olguda travmayı en aza indirip, en tatmin edici sonucu almaktır. "MIC" de cerrahın görsel geri beslemesi çok önemlidir. Görüntüleme yöntemleri ile aşağıdaki gelişmeler birleştirilince, girişimle oldukça non-invaziv, sonuçlar ise o derece iyi olacaktır.

Mikro mühendislik

Mikromühendislik tekniği ile bir milimetreden küçük, mikroskobik parçalardan oluşmuş elektrik motorları yapılabilmektedir. Bu mikro motorlar ile mikroskobik makaslar ya da bir mikrometreden küçük bıçağı olan forsepsler uzaktan kumanda ile kullanılabilir. Bu teknoloji ile şu anda ulaşılmayan organ ve boşluklara kolayca ulaşıp, gerekli operasyonlar yapılırken, hasta günlük hayatına en azından kısmen devam edebilecek, ayrıca eklenen küçük kameralarla, şu anda izlenemeyen bölgeler

rahatlıkla ve "3B" lu olarak gözlenebilirken, biopsiler yapılabilecektir.

Diğer bir yenilik, "Hafızalı Metaller" dir. Bunlar belli sıcaklıklarda önceden bilinen geometrik şekiller kazanırlar. Böylece şu anda kullanılmakta olan bantal yelendirci mekanizmalara gerek kalmayacaktır.

Bütün bu teknolojik gelişmelerin ışığında hızla ilerleyen "MIC", günümüzde kullanılan sağlıkla ilgili prosedürü değiştirmeye zorlayacaktır. Örneğin, post-op (ameliyat sonrası) bakım süresi çok kısalmaya başlayacaktır. Hastaneler günümüzde sürdürdükleri otelcilik hizmetlerini hızla terk edip, motel seviyesine inmek zorunda kalacaklardır. Ayrıca şu anda kullanılmakta olan ameliyathaneler, bu gelişmiş cihazların kullanımına ne mimarı olarak ne de teknik kapasite olarak yanıt verebilecek durumda değildirler.

Son örnek olarak (yakın) geleceğin ameliyat ekibini verebiliriz:

- 1- Girişimsel tedavini yöneticisi (açık cerrahisi uzmanı)
- 2- Anestezi Uzmanı
- 3- Endoskopi Uzmanı
- 4- Girişimsel Radyoloji Uzmanı
- 5- Biyomühendis (Uygun enstrüman-tasyondan sorumludur)
- 6- Sağlık Ekonomisti (Operasyonunu moral ve finansal olarak uygunluğundan sorumludur)
- 7- Genel Cerrah (Açık cerrahi gereksinimleri için)

"MIC" nin teknoloji ile paralellik gösteren hızlı gelişimi cerrah eğitiminin de gözden geçirilmesi gerektirecek gibi görünmektedir. 1994 yılında ABD'de yapılan elektif intra abdominal operasyonların % 95'inin 1996 yılında endoskopik olarak yapıldığı düşünüldürse, cerrah eğitiminin gözden geçirilmeye ihtiyacı olacak gibi görünmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi bu eğitimin pratik kısmının önemli bir bölümü orta vadede "SG" ile yapılabilecektir.

Oğuz Güven

Dr. Kültür Sok. 9/2 06570 Tandoğan Ankara

Kaynaklar

- "Applications of virtual reality to surgery". *BMJ*, 1994, Vol. 308, Iss 6936, PP 1054-55.
- "True Three Dimensional Stereographic Display of 3D Reconstructed CT Scans of The Pelvis and The Acetabulum". *Can Orthop*, 1994, (305): 138-51.
- Crawford R. "Virtual-Reality in Brain Damage Rehabilitation". *Medical Science Research*, 1994, Vol. 22, Iss 2, PP 82.
- Giugli C, Lanzani M, Casolino DS, Ongano F. "Virtual reality and laparoscopic Surgery". *British Journal of Surgery*, 1994, Vol. 81, Iss 12, PP 1709-11.
- Regan EC, Price KR. "A Computer Controlled Stereotaxic Arms Virtual Reality in Neuro Surgical Procedures". *ACTA Neurochirurgica*, 1993, Iss 5 58 PP 75-6.
- "3-D Ekokardiografik Rekonstrüksiyon, Fenns İzc. Dick View To Virtual Reality". *Mayo Clinic Proceedings*, 1993, Vol. 68, Iss 3, PP 311-12.
- Thalman NM, Thalman D. "Towards Virtual Humans in Medicine: A prospective View". *Comput Med Imaging Graph*, 1994 Mar-Apr; 18(2): 97-106.
- Dunnington GI, DaRou DA. "Changing Surgical Education Strategies in An Environment of Changing Health Care Delivery Systems". *World J Surg*, 1994 Sept-Oct; 18(5): 734-7, Discussion 753.
- Wickham JE. "Minimally Invasive Surgery: Future Developments". *BMJ*, 1994 Jan 15; 308(6922): 193-6.
- "Quality As a virtual Reality-Anatomical Nature". *BMJ*, 1993, vol. 307, Iss 6913, PP 1166.
- Coleman J, Niluka CC, Darr A. "Virtual Reality Check". *Scientific American*, 1994, Vol 271, Iss 6, PP 40-42.

Dinamik Kardiyomiyoplasti

Günümüzde kalp yetersizliği, giderek artan insidens ve prevalansı nedeniyle ciddi bir sağlık probleminin ötesinde, sosyo-ekonomik öneme haiz bir sorunu oluşturmaktadır. ABD'de 2 milyondan fazla insanın kalp yetersizliğine sahip olduğu ve buna her yıl 400 000 yeni hastanın eklendiği bildirilmektedir. Neredeyse toplumun belli yaş dekadlarının % 1-2'sini içerecek kadar yaygınlaşan bu sorun, yılda 900 000 civarında hastanın hastanelere yatırılması ve 9 milyar \$'lık sağlık harcamalarını da beraberinde getirmektedir. Son 40 yılda gerek tani, gerekse tedavi yöntemlerinde çok önemli gelişmeler sağlandıysa da, kalp yetersizlikleri ölüm nedenlerinin halen en başta gelenini oluşturmaktadır.

Kalp yetersizliğine karşı medikal tedavi dışında 3 grup cerrahi tedavi metodu geliştirilmiştir. Bunlardan kalp transplantasyonu dünyada ilk kez 1967 yılında yapılmış ve günümüze kadar toplam 26 000 civarında hastada uygulanmıştır. 1980'li yıllara kadar durağan seyreden bu tedavi metodu, immünoolojideki gelişmeler nedeniyle 1980'li yıllarda yeniden hız kazanmış, ancak bilhassa döndür organ teminindeki güçlükler nedeniyle, tüm talebi karşılaması mümkün olmamıştır. Ayrıca uzun vadede implante edilen kalpte gelişen problemler tam olarak çözümlenemediğinden, kalp transplantasyonları henüz ideal noktaya ulaşamamıştır.

ABD'de şu anda yılda 20-25 bin civarında hastaya kalp transplantasyonu gerekirken, sadece 2000-2500'ü bu imkân yakalayabilmesi diğer alternatif tedavi metodlarına yönelme gereğini doğurmuştur. Bunlardan biri "yapay kalp", diğeri ise ülkemizde de uygulanan "dinamik kardiyomiyoplasti" ameliyatlardır.

Türkiye'de kalp hastalıklarının epidemiyolojisi hakkındaki çalışmalar son yıllarda giderek artan bir düzeyce ulaşmasına rağmen, mevcut çalışmalarla kalp yetersizliğine sahip ne kadar hastanın olduğunu ve bu konuya ait detaylı istatistikî bilgileri söylemek mümkün olmamıştır. Ancak ABD'deki veriler ülke nüfusumuz oranlandığında Türkiye'de de 500 000 civarında kalp yetersizliğine sahip hastanın olabileceği ve buna her yıl 100 000 civarında yeni hastanın eklenebileceği tahmin edilebilir. Yine bu grup içinde ülkemizde yılda 5000 civarında hastada kalp transplantasyonu ihtiyacı doğmaktadır. ABD'de yüksek sağlık organizasyonu sayesinde yıllık kalp transplantasyonu ihtiyacının % 10-15'i karşılanırken, ülkemizde tamamıyla döndür organ teminindeki güçlükler nedeniyle bu oran % 0.1 bile değildir. İleri ülkelerde bile kalp transplantasyonu ile



Resim 1. Hastanın pozisyonu ve latissimus dorsi kasının anatomik görünümü



Resim 2. Latissimus dorsi kasının diseksiyonu ve elektrotların yerleştirilmesi

talebin karşılanamaması, alternatif metodlar olan "yapay kalp" ve "dinamik kardiyomiyoplasti" ameliyatlarına yönelmeyi zorunlu kılmıştır.

Yapay kalp çalışmaları 1930'lu yıllarda Rusya'da başlatılmış, 1950'li yıllarda ABD'de Cleveland Klinik'te geliştirilmiş ve 1969 yılında ABD'de Texas Kalp Enstitüsü'nde Dr. Cöoley tarafından ilk kez bir hastaya takılarak klinik uygulamalara geçilmiştir. Ancak uygulamaları hepsinin başarısızlıkla sonuçlanması nedeniyle ABD Sağlık Bakanlığı bu tip cihazların insanlara kalıcı amaçla yerleştirilmesini yasaklamış, uzun vadeli deneysel ve klinik araştırmalara dayalı bir yapay kalp programını başlatmıştır. 1988 yılında bakanlığın ilgili enstitüsü geliştirilen yapay kalp cihazlarından 4'ünü uygun bulmuş ve bu cihazların insanlarda ancak 2001 yılında katılabileceğini bildirmiştir.

Sonuç olarak, günümüzde son döneme gelmiş kalp yetersizliğine sahip hastalara gerek kalp transplantasyonu, gerekse yapay kalp uygulamalarıyla çok sınırlı bir tedavi olanağı sağlanabilmekte, geri kalan çoğunluk ise tedavi olanağı bulamadan kaybedilmektedir.

Ülkemizde son dönem kalp yetersizliğine sahip hastalara yönelik cerrahi tedavi uygulamalarının başlangıcı; Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi, Kardiyovasküler Cerrahi Kliniği'nde Dr. Kemal Bayazit tarafından 22 Kasım 1968'de yapılan ilk kalp transplantasyonudur.

Dünyadaki ilk uygulamalar arasında yer alabilecek bu tarihi başlangıç, immünoolojik problemlerin henüz çözümlenemediği o yıllarda diğer ül-

kelerde olduğu gibi uzun bir sessizlik dönemiyle devam etmiştir. 1980'li yılların başında ABD'de Stanford Üniversitesi'nde geliştirilen "Cyclosporin-A" isimli immünosupresif ilaçla elde edilen iyi neticeler, bu cerrahi metodun yeniden ve başarıyla uygulanabilmesine olanak sağlamıştır. Malesef ülkemizde kalp transplantasyonu 1980'lerde başlayan yükseliş dönemiyle yaşamamıştır. Bunun en önemli nedeni, cerrahi ve teknik yetersizlik değil sosyo-kültürel problemler ve organizasyon bozukluğudur. Kan bağıntısının bile yetersiz olduğu bir ortamda insanların organ bağışında bulunmalarını beklemek biraz fazla iyimserlik olmaktadır. Ülkemizdeki bu konuya ait mevzuat ile yakın gelecek için kalp transplantasyonu uygulamalarının, tek tük sporadik uygulamalarından öte tipki diğer gelişmiş ülkelerdeki gibi ihtiyacın belli bir yüzdesini karşılayabilecek bir potansiyele ulaşmasını beklemek mümkün değildir. Bu nedenledir ki; son dönem kalp yetersizliğine sahip hastaların (ülkemizdeki) durumları çok daha vahimdir.

Bilindiği gibi kalp kastan yapılı ve metabolik açıdan düz kas özellikleri sahip özel bir kas dokusudur. Çeşitli nedenlerle bu dokunun kasılma gücünün zayıflaması kalp yetersizliğine neden olmaktadır. Bazı ilaçlarla ve cerrahi uygulamalarla amaçlanan hedef kalp kasının kasılma gücünün artırılmasıdır. Ancak bu uygulamalarla istenilen verime ulaşılamamıştır. O halde başka kaslarla kalp kasi desteklenbilir mi?

1930'lu yıllarda bu soruyu cevaplamaya yönelik bazı deneysel çalış-

malar yapılmıştır. Örneğin; vitücudun bazı bölümlerinden alınan kaslar kalbin etrafına sarılarak kalbe destek vermesi hedeflenmiş, fakat bir başarı elde edilememiştir.

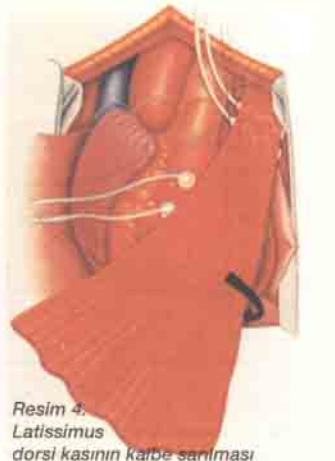
1950'li yıllarda başlayan ve 1980'e kadar süre bu konudaki 2. dönem çalışmalarda ise bir adım daha öteye gidilmiş, kalbe sarılan kasa elektrik verilerek kalbin desteklenmesi hedeflenmiştir. Ancak bununla da bir başarı sağlanamamıştır.

Tüm bu uygulamadaki başarısızlığın temelinde kalp yetersizliğinin fizyopatolojisi, kas fizyolojisi ve elektrofizyoloji hakkındaki bilgilerin yetersizliği yatmaktadır.

1980'li yılların başında kas fizyolojisindeki detaylı çalışmalar; kalp kasının, vitücudun diğer çizgili kaslarıyla desteklenmesine olanak sağlayacak bazı temel kuramları ortaya çıkarmış ve bu işlem için en uygun da sırt kasi olarak bilinen "latissimus dorsi" kasi olduğunu göstermiştir. Böylece bu döneme kadar gerek uyarı verilmeden, gerekse uyarı verilerek yapılan kas çalışmalarında, çizgili kasların bir süre sonra kasılamaz hale gelecek kalp kasının o yüksek tempoya dayanamalarının teorik nedenleri anlaşılmıştır. Buradan çıkan en önemli sonuç; kalbi destekleyecek kasi ancak kalp kasi gibi yorgunluğa dirençli bir duruma getirilmesi gerektiğidir. Aksi takdirde vitücudün hiçbir çizgili kasi bu denli yüksek tempoya dayanamaz. Kasların kasılma hızlarını ve yorgunluğa dirençli olup olmalarını belirleyen unsurların, kas fizyolojisiyle ilgili çalışmalarında ortaya konmasından sonra, kas hücrelerine verilecek elektrikli uyarı-



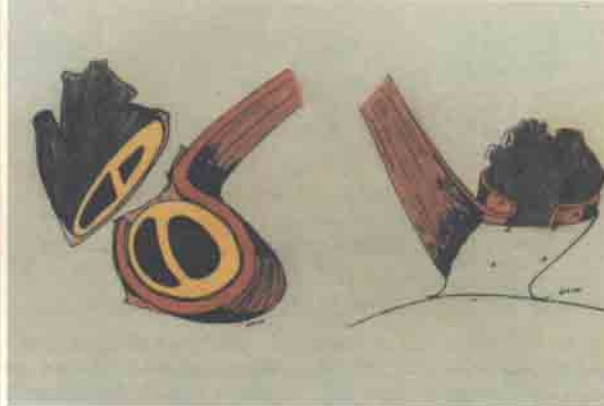
Resim 3. Latissimus dorsi kasının sol göğüs boşluğuna aktarılması



Resim 4. Latissimus dorsi kasının kalbe sarılması



Resim 5. Latissimus dorsi kasının kalbe sarıldıktan ve kardiyomyostimülátöre bağlantıların tamamlandıktan sonraki hali



Resim 6. Latissimus dorsi kasının kalbi sardıktan sonraki transvers kesiti ve arkadan görünümü

larla çizgili kas hücrelerinin tıpkı kalp kası hücreleri gibi çalışan hücrelere dönüştürülebilmesi sağlanmıştır. Böylece kalbi destekleyecek çizgili kas, belirli voltaj ve sıklıktaki elektrikli uyarılarla çalıştırıldığında 6-8 hafta sonra kalp kasına transforme olmaktadır. Strüktürel, enzimata ve hemodinamik açıdan oluşan bu transformasyondan sonra kalbin yetersiz kası, kendine benzer bir kas desteğine kavuşmuş olmaktadır.

Bu noktada önemli bir diğer gelişme, gerek bu transformasyon işlemini yapacak, gerekse bundan sonra transforme olmuş kasın kalp kası ile senkron çalışmasını sağlayacak "kardiyomyostimülátör" denilen özel pilin yapımı olmuştur. Çünkü kalp, otomatik çalışan bir organdır ve etrafına sarılan kasın transformasyonu kazanamayacağı tek fonksiyon da budur. Bu nedenle bir uyarıcıya mutlak ihtiyaç vardır. Böylece 1930'larda başlayan kalp kasının bir başka kasa desteklenmesi fikri, 50 yıl süren çalışmalardan sonra ancak 1985 yılında Dr. A. Carpentier tarafından Fransa'daki ilk klinik uygulama ile gerçekleştirilebilmiştir. Ardarda yapılan ameliyatlardan elde edilen birkaç yıllık sonuçların açıklanması, bu tip ameliyatlarda kalp yetersizliğinde son derece etkin işlemler olduğunu ortaya koymuş ve "dinamik kardiyomyoplasti" ameliyatlarının eksperimental uygulamalar hüviyetinden çıkıp, klasik cerrahi tedavi metodları

arasına girmesini sağlamıştır.

Ülkemizde dinamik kardiyomyoplasti ameliyatlarını temelinde; bu konuya ait Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi, Kardiyovasküler Cerrahi Kliniği'nin 1991 yılında başladığı deneysel çalışmalar yatmaktadır. Bu çalışmalarda latissimus dorsi dinamik kardiyomyoplasti işleminin cerrahi ve teknik alt yapısı hazırlanmış metodun işlerliği ve etkinliği araştırılmıştır. Bu deneysel çalışmalarda kullanılan özel fonksiyonlara sahip kardiyomyostimülátör ün hastanemiz mühendislik bölümünde planlanarak yapılması ayrı bir özelliktir. Deneysel çalışmaların olumlu sonuçlanması Türk tıp kamuoyunu bilgilendirmek için Türk Kardiyoloji Derneği Arşive Dergisi'nin Ocak 1992 sayısında da neşredilmiştir. Deneysel çalışmaların olumlu sonuçlanması, henüz dünyada da emekleme aşamasında olan dinamik kardiyomyoplasti ameliyatlarının klinik uygulamalarına başlamamız konusunda bizi cesaretlendirmiştir. Bu nedenle 1992 yılında Kliniğimiz dinamik kardiyomyoplasti ameliyatları için dünyanın en büyük oluşumu olan "Avrupa Kardiyomyoplasti Organizasyonu"na başvurmuştur. Bu organizasyon tarafından gönderilen bilimsel ve teknik heyetlerin Kliniğimizde yapmış olduğu incelemeler sonucunda organizasyona dahil edilmemiz sağlanmıştır. Bu arada cerrahi ve teknik eğitim için kliniğimizden bir cerrahi ekip, Fransa'daki

merkez hastane "Hapital Broussais"te Dr. A. Carpentier ve ekibince yapılan deneysel ve klinik ameliyatlara iştirak etmiştir. Bu çalışmaları takiben 1 Ocak 1993 tarihinde Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi dinamik kardiyomyoplasti programı başlatılmış ve 11 Haziran 1993'de ilk hastamız ameliyat edilmiştir.

Geçen 3 yıllık sürede toplam 30 hastada bu ameliyat genel olarak % 80 başarı oranıyla uygulanmıştır. Hatta bu oran belli hasta grubu için % 94'e ulaşmıştır. 3 yıllık yaşam oranları açısından bakıldığında ise hastaların % 75'inin hayatta olduğu görülmektedir. Halbuki bu oran, ameliyat imkanı bulamayan ilaçla tedavi edilen hastalar için % 45 civarındadır (0 1).

Dinamik kardiyomyoplasti ameliyatları için programa alınan hastalar çok detaylı incelemelerden geçirilirler. Bunlardan başlıcaları; kalp kate-terizasyonu, koroner anjiyografi, nükleer kardiyolojik inceleme (MUGA), dijital ekokardiyografidir. Bu incelemelerle; hastanın kalp yetersizliğinin durumu belirlenerek uygulanacak bir dinamik kardiyomyoplasti ameliyatından fayda görüp, göremeyeceği anlaşılmalıdır. Ameliyata uygun hastalar belirlendikten sonra fizyoterapist tarafından latissimus dorsi kasına yönelik egzersiz programı başlatılır.

Latissimus dorsi dinamik kardiyomyoplasti ameliyatı aynı günde yapılan 2 seanstan oluşur. Birinci seansta hastanın sol latissimus dorsi kası bulunduğu bölgeden çok dikkatli bir şekilde dissekte edilir (Resim 1,2). Bu disseksiyonda kasın zarar görmesi, ameliyatın başlamadan bitmesi anlamına gelir. Bu nedenle iyi organize olmuş cerrahi ve anestezi ekibini gereklidir. Latissimus dorsi kasının sadece arter-ven ve sinirinden bağlantısı kalacak şekilde mobilizasyonundan sonra II. veya III. kaburga kemiğinin ön bölümünün çıkarılmasıyla açılan pencereden sol göğüs boşluğuna sallandırılmasıyla 1. seansta, ameliyat masasında hastanın pozisyonu değiştiril-

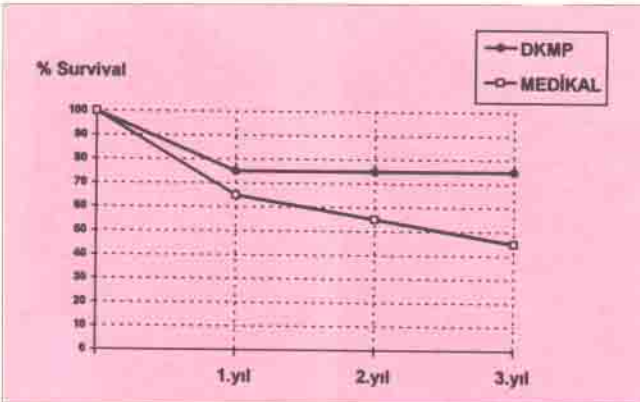
terek göğüs boşluğu açılır ve sol göğüs boşluğuna sallandırılmış latissimus dorsi kası uygun şekilde ve teknikte kalbin etrafına sarılır (Resim 4). Bu işlemler esnasında latissimus dorsi kasma ve kalbin ön yüzüne elektrikli uyarılarla alacak ve verecek lead'ler yerleştirilir. Ameliyatın son bölümünde karn ön duvarındaki rectus kasının kılıfında hazırlanan cebe "kardiyomyostimülátör" denilen özel pil yerleştirilerek lead'lerle bağlantısı yapılır ve ameliyat sona erer (Resim 5,6). Bu seansta ortalama 2-2.5 saat sürmektedir ki, toplam ameliyat süresi, hastanın anesteziye hazırlanmasından ameliyathaneyi terkmesine kadar 7 saate ulaşmaktadır.

Dinamik kardiyomyoplasti ameliyatı sonrası sarılan kasın transformasyonu dönemi başlar ki, bu dönemde telemetrik olarak pile verilecek komutlarla kasa belirli voltaj ve sayıda uyarılar ulaştırılmaktadır. Yaklaşık 8 hafta süren bu dönemin ilk 2 haftasından sonra hastalar evlerine gönderilmekte, sadece haftada bir kez hastaneye gelerek pil ayarlamalarını yaptırmaları sağlanmaktadır. 8 haftalık bu transformasyon sonrasında, kalp kası özelliklerine sahip olan latissimus dorsi (LD) kası, kalple senkron çalışarak faydalı etkisine başlamaktadır.

LD kasının olumlu etkisi çok kısa sürede hastanın klinik ve hemodinamik bulgularında kendini gösterir. Özellikle hastaların günlük faaliyetleri esnasındaki nefes darlığı, çarpıntı gibi sıkıntılarının düzelmesi ilk ve en önemli iyileşme belirtisidir. Ameliyattan önce günlük sosyal faaliyetlerini sıkıntılı nedeniyle yapamayan ve New York Heart Association'a göre fonksiyonel kapasite III-IV'te olan hastaların % 80'inin ameliyattan sonra 3.ayda I. fonksiyonel kapasiteye iyileşmeleri klinik düzelmeyi göstermektedir. Ayrıca hastaların sosyal ve mental aktivitelerinde % 40 oranında artış sağlanmaktadır.

Bu klinik iyileşmelerin temelinde hemodinamik iyileşme yatmaktadır. Yapılan takiplerde; kalp yetersizliğinin neden olduğu kalbin geometrisindeki bozulmanın gittikçe artması (kalpteki remodeling'e bağlı progressif büyüme süreci) durdurulduğu gibi, aktif kasımlarla da kalbin atım gücünün arttığı görülmektedir. Özellikle sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonunda ameliyat öncesine göre ortalama % 40 oranında artış sağlanabilmektedir.

1993'de başladığımız ve 3.yılıni dolduran dinamik kardiyomyoplasti uygulamalarının başarılı sonuçları, bu dalda kliniğimizizin dünyanın en ileri 42 merkezi arasında 7. olmasını sağlamıştır. Halen dünyada toplam 500 civarında hastada uygulanmış olan bu cerrahi metodun 30'unun ülkemizde ve sadece Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi Kardiyovasküler Cerrahi Kliniği'nde yapılması, 25 000 civarında



Grafik 1. Dinamik kardiyomyoplasti (DKMP) ameliyatı yapılanlar ile medikal tedaviyle takip edilen hastaların yaşam eğrileri.

kalp ameliyatı yapmış bir klinik olmanın verdiği tecrübeyle, gelişmekte olan bu cerrahi metodun daha rafine hale gelmesine yönelik bazı bilimsel katkılarımızın doğmasına neden olmuştur. Bunlarla ilgili çalışmalarımız Dünya Tıp Literatürü'ne katkıda bulunurken, kliniğimiz de bu konuda "öncü klinik" haline gelmiştir.

Sonuç olarak, kalp yetersizliği ülkemizde ve dünyada en önemli ölüm nedenlerinden biri olmaya devam etmektedir. ABD'de yapılan çalışmalar 2010 yılında 70 000 hastanın cerrahi tedaviye aday ciddi kalp yetersizliğine sahip olduğunu göstermiştir. Bu konudaki cerrahi seçenekler arasında gelişmeye en açık olanının dinamik kardiyomyoplasti ameliyatları olduğu anlaşılmaktadır. Son yıllarda bu amaçla iskelet kas ventriküllerini, aortomyoplasti gibi çeşitli varyasyonları üzerinde deneysel ve klinik çalışmalara hız verilmiştir.

Maalesef dünyada bu yönde gelişmeler olurken ve ülkemizde de dinamik kardiyomyoplasti ameliyatlarının yapılabildiği bilinirken, çeşitli merkezlerde halen "kalp yetersizliği" tanısıyla takip edilerek, dinamik kardiyomyoplasti şansını yitirdikten sonra merkezimize gönderilen hastaların varlığı, bir boyutuyla hekimlik camiasında da bu tedavi metodunun yeterince anlaşılmadığını düşündürmektedir. 3 yıllık dönemdeki dinamik kardiyomyoplasti programına aldığımız 250 civarındaki hastadan ancak 30'unun buna uygun olması, diğer hastaların hastalığın en son döneminde hastanemize başvurmuş olmalarından dolayıdır. Bu nedenle dilate kardiyomyopati gelişmiş kalp yetersizliği tanısıyla takip edilen her hastanın, dinamik kardiyomyoplasti şansının olabileceği düşünülerek, araştırılması için ilgili merkezlere bir an önce yönlendirilmesi hekimlik sorumluluğunun bir gereği olarak düşünülmelidir.

Oğuz Taşdemir, Süha Küçükaksu, Kerem Vural, Kemal Bayazıt
*Türkiye Yüksek İhtisas Hastahanesi,
Kardiyovasküler Cerrahi Kliniği.*

Kaynaklar

- Armstrong PW, Goe MW. Medical advances in the treatment of congestive heart failure. *Circulation* 1994; 88: 2941-2952.
- Hosopod JD, Novak RJ, Brezo TJ, Ditty GP. The registry of the international society for heart and lung transplantation: Eleventh official report-1994. *J Heart Lung Transplant* 1994; 13: 561-70.
- McCarthy P, Mowbray A, et al. The Cleveland Clinic-Nottingham artificial heart. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; 106: 477-487.
- Taşdemir O, Karacaoğlu SF, Küçükaksu DS, Kütük E, Bayazıt K. Dinamik kardiyomyoplasti uygulaması. *MN Kardiyoloji* 1994; 1: 13-22.
- Carpenter A, Gramjan PA, Schwartz K. Effects of arrhythmia drug dynamic cardiorespiratory on ventricular function. *Circulation* 1989; 79 (suppl) III: 203-216.
- Karacaoğlu SF, Küçükaksu DS, Vural K ve ark. Sağ ventrikül yetersizliğinin tedavisinde latissimus dorsi kasının köprüleştirilmesi. *Türk Kardiyoloji Dergisi* 1992; 20: 33.
- Taşdemir O, Karacaoğlu SF, Vural K, Karacaoğlu SF, Kütük E, Bayazıt K. A comparison of the early and mid-term results in valvular and idiopathic cardiomyopathy patients after dynamic cardiorespiratory. *J Thorac Cardiovasc Surg*. In Press.
- Taşdemir O, Küçükaksu DS, Vural K, Taşdemir O, Özdemir M, Kütük E, Bayazıt K. A comparative study on cardiomyopathy patients with the cardiomyostimulated "on" vs "off". *Ann Thorac Surg*. In Press.

Binalarda Isı Yalıtımı

Bu yazının maksadı en iyiye ve en doğruya biraz daha yaklaşıktır. Binaların yalıtılması artık iyi düşünülmesi gereken önemli bir konudur. Dünya enerji tüketiminin yaklaşık %50'lik bölümü ısınmada kullanılan enerjidir. İyi ısınmak koşulluyla, ısınmada kullanılan enerjisi, ne kadar azaltabilirsek ekonomiye o kadar katkı sağlamış oluruz. Üstelik az tüketerek, az kirleterek doğal dengeyi mümkün olduğunca az bozmuş oluruz. Yani iyi ısınarak, tasarruf yaparak ve doğal dengeyi koruyarak insan konforunu artırmış oluruz.

Binaların yalıtımı, Türkiye'de genellikle dış duvarların tuğla bölümlerinin yalıtılması şeklinde yapılmaktadır. Pencere ve çift camlı olarak yapılmaktadır. Halihazır uygulamada, 20 cm kalınlıklı olması gereken dış duvarların, iki sıra 10 cm'lik tuğla arasına 4 cm kalınlıklı yalıtım malzemesi yerleştirilerek yapılmaktadır. İki 10 cm kalınlıklı duvar 20 cm kalınlıklı duvar demek değildir. Arada hiçbir bağlantı yapılmadan, 10 cm kalınlıklı duvar 3 metre yüksekliğe kadar yapılmaktadır. Herde böyle bir dış duvarın çatlama ve yıkılma olasılığı çok yüksektir. En ufak ölçekte bir depremde ve bina oturmalarda hemen çatlamalar başlayacaktır. Duvarı ayakta tutan kuvvet yalnızca tek yüze yapılmış olan sıvadır.

Dış duvarı yalıtınca (genellikle yukarıdaki şekliyle) genel yalıtım konusuna sırtımızı dönüp, konuyu hallettiğimizi düşünüyoruz. Halbuki biraz konuyu irdelersek şu hususları görürüz:

1- Mutlak yalıtım diye bir şey söz konusu değildir. En kaliteli malzeme olan mantarda bile ısı iletim katsayısı $\lambda = 0,035 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ 'dir. Düşey delikli tuğla duvarda $\lambda = 0,40 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ 'dir. Bunun anlamını biraz açarsak, 20 cm kalınlıklı düşey delikli tuğla duvarın kaçırdığı enerji ile, 2 cm kalınlıklı bir cam yüzünün birim zamanda kaçırdığı enerji aynıdır. Başka bir ifade ile, 20 cm kalınlıklı düşey delikli tuğla duvarın bir saatte kaçırdığı enerji ile 2 cm kalınlıklı cam yüzünün bir saatte kaçırdığı veya 4 cm kalınlıklı bir cam yüzünün 2 saatte kaçırdığı enerji miktardan hep aynıdır.

Görüldüğü gibi nasıl yalıtım yaparsanız yapın, iç-dış ısı farkı olduğu müddetçe enerji kaybı söz konusudur. Biz ancak kaçış müddetini uzatabiliriz.

2- Yalıtımı binanın dış duvarının dış yüzüne veya dış duvardaki iki tuğla arasına yaparken, yalıtım malzemelerinin yağmur, güneş gibi dış etkenlerden iyi etkilenmeyip özelliğinin hiç bozulmayacağına zannediyoruz. Halbuki ıslaklık cam yüzünü,

güneş de stropor gibi kimyasal yapısı çabuk değişebilen malzemeleri hemen etkilemeye başlamaktadır. Dış duvarın dışında veya arasında yapılan yalıtım dış etkenler hemen çabucak yalıtım özelliğini yitirecek şekilde etkileyeceklerdir. Yani dış taraflarda yapılan yalıtım hiçbir zaman ilk günkü etkinliğinde kalmamaktadır. Buna da sırtımızı dönerek, iyi bir yalıtım yaptığımızı varsayıyoruz.

3- Bir binanın dış cephe yüzeyinin yaklaşık %20'si penceredir. Pencere yalıtımı ile ilgili değiliz. Dış cephe yüzeyinin yaklaşık %30'u da, döşeme seviyesinde dışardan dolanan betonarme kiriş, pencere lentosu dış betonarme kolonlar, betonarme perdelerden ibarettir. Genellikle bu kısımlarda hiçbir yalıtım yapılmamaktadır. Veya geniş betonarme perdelerde dışardan yalıtım yapılarak, üzerine değişik kaplama kapatılmaktadır. Bunda hem kaplamayı tutturmak büyük sorun olmakta hem de derzlerden ve ilerde oluşacak çatlaklardan sızacak suyun yalıtımın özelliğini hemen hemen yok etme tehlikesi bulunmaktadır. Yalıtım cinsine göre bu etken, güneş ve ısı etkisi de olabilir. Yani dışardan yaptığımız yalıtım kısa zamanda bozulacağı gibi, dış yüzeyin de ancak %50'si (duvar aralarını yalıtım) yalıtılmış olacaktır.

4- Yukarıda saydığımız bütün sakinçelere rağmen dıştan yalıtım yaptık diyelim. Isı kaynağı içeride olduğuna göre, bir odadaki insanın ısınabilmesi için oda sıcaklığının 20°C olması gerekir. Verilen enerjisi ise en çok içeriden yalıtılmamış olan betonarme kolon, kiriş ve perdeler emecektir. Odanın en soğuk bölümleri olduğundan, odadaki rutubet buradan yoğunlaşacak ve bu yüzeylerden sızıp sızıp su damlayacaktır. O bölgeler küflenerek ve sıvalar kabarcaklar.

5- Duvarların dışardan yalıtılmasının ve iç duvarların hiç yalıtılmamasının en büyük sakıncası, şimdi değışik bir bakışla daha iyi anlatmaya çalışalım.

Odayı çevreleyen duvar, tavan ve döşeme kalınlığını, sıva ve kaplamaları da düşünerek, ortalama 20 cm kabul edelim. Bunların yoğunluğu da ortalama olarak 2 ton/m³'dür. Şimdi içinde hiç eşya olmayan böyle bir odayı ısıtmayı düşünelim. Konuyu daha iyi tasavvur edebilmek için, etrafı beton ve tuğla ile çevrili olan bu oda yerine, aynı büyüklükte ve aynı kütleyle sahip, kalınlığı 5 cm olan demir saçtan (demirin yoğunluğu 8 ton/m³'dür) bir kutu düşünebiliriz. Bu demir duvarlı odayı içeriden ısıtarak, iç ısıyı 20°C yapmaya bakalım. Bu oda normal büyüklükte, 3 x 3 x 3 m ebadında olsun. Bu odayı çevreleyen kütle (demir veya beton fark etmez), kapı pencere boşluklarını düşüncem, takriben 20 tondur. Her tarafı dışardan yalıtılmış bu odada

80 kg'lık bir insanı 20°C'ye ısıtmak için 20 tonluk duvar veya eşdeğer saç kütleyle de ısıtmak zorundayız.

Kalori hesabı yaparsak, 0°C'daki bu odanın iç ısısını 20°C'a çıkarmak için, duvarların dışardan mutlak olarak yalıtılmış olduğunu da varsayarak:

$20\ 000 \text{ kg} \times 20^\circ\text{C} = 400\ 000 \text{ Kcal}$ gerekir.

Halbuki 80 kg'lık bir kütle (insan olabilir) 0°C'dan 20°C'a ısıtmak için gerekli enerji ise:

$80 \text{ kg} \times 20^\circ\text{C} = 1600 \text{ Kcal}$ 'dir.

Kilosu 4000 Kcal veren kömür yakmayı denemiysek:

Oda duvarlarını ısıtmak için 400 000 / 4 000 = 100 kg kömür,

Bir insanı ısıtmak içinse 1600 / 4000 = 0,4 kg kömür gerekir.

Eğer odayı içeriden mutlak olarak yalıtılsaydı, duvarları ısıtmak için, bir insanı ısıtmak uğruna 250 misli kömür kullanılmayacaktık. Duvarları ısıtmak için harcadığımız 100 kg kömür boşa giden yakıt demektir.

Bazıları diyor ki: ben o büyük kütleli kısım başında 100 kg kömür harcayarak bir defa ısıttım, sonra yalnız içindeki insanı ısıtmak için enerji harcarım. Dışardan mutlak yalıtım yapabiliydik bu mantık doğru olurdu. Halbuki böyle bir şey mümkün değil. Tuğla duvarların etrafı 4 cm'lik cam yüzü ile kaplansa bile, iki saat içinde hiç yalıtılmamış duvarın bir saatte kaçıracağı enerjisi yine kaybedeceğiz. Sonuçta büyük kütleyle de ısıtmaya devam etmemiz gerektiğini görüyoruz.

Şimdi de aynı odayı veya metal odayı, içeriden kütleli çok düşük bir yalıtıcı ile yalıtığımızı düşünelim. 4 cm kalınlıklı, 0,3 ton/m³ yoğunluklu bir yalıtıcı ile yalıtım yaptık. İç ısıyı da 0°C'dan 20°C'a çıkarmak istiyoruz (Odayı çevreleyen alan yaklaşık 50 m²'dir). Önce ısı ile ilk temas geçen en iç bölgedeki yalıtım malzemesini ısıtmak zorundayız. Kütleli 50 m² x 0,04 m x 0,3 ton/m³ = 0,6 ton olan yalıtıcı için 600 kg x 20°C = 12 000 Kcal enerji gerekecektir. Yani kömür cinsinden 3 kg kömür gerekecektir. Aynı odayı dışardan yalıtığımızda iç ısıyı 20°C'a çıkarmak için harcadığımız kömür miktarı 100 kg idi. İçeriden yalıtım yapmaktaki baştan 100 - 3 = 97 kg kömür tasarruf etmiş olduk. Fakat tabii ki içten yalıtımda da 2-3 saat sonra içerideki ısı eski seviyesine düşecektir. Yani ilk ısınmadan sonraki kaçaklar içten veya dıştan yalıtım halleri için de eşittir.

Bir günde ısınma müddeti genellikle 8-10 saattir. Bu müddetle kaloriferli bir evde kullanılan kömür cinsinden yakıt, ilk ısınmada kullanılan hariç olmak üzere, en fazla 100 kg'dır. Dıştan yalıtımda duvarları ısıtmada kullandığımız 100 kg kömür, ikinci hâl, yani içten yalıtımda duvarları ısıtmada kullandığımız 3 kg kömür boşa harcanmış sayılabilir.

Mutlak yalıtım yapamadığımızı göre, gece söndürülüp gündüz ısıtılan bir evde her gün duvarları yeniden ısıtmak zorunda kalmaktayız.

İsmin duvarlar tarafından tutulup hiç kaçmadığı yanlış bir düşüncedir. Bazıları gece ısı kaynağın hiç kesmezsek daha ekonomik ısınabileceğimizi söylerler. Bu da tamamen yanlıştır. Çünkü ısı kaçağı iç dış ısı farkı arttıkça artar. İç ısıyı gece boyu yüksek tutmak için boşa yakıt harcanmalıdır. Sonuçta duvarları dıştan yalıtılmış bir mekânda bir günde 200 kg yakıt tüketmek gerekirken, duvarları içten yalıtılmış aynı mekânda 103 kg yakıt tüketmek gerekecektir.

Yalıtım konusunu iyi anlamak için λ ısı iletkenliği katsayısının boyutlarını düşünelim.

$\lambda = \text{Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ 'dir. Kaçan enerji kalori cinsindedir. Yalıtılan alan büyüdükçe kaçak büyür. Yalıtım malzeme kalınlığı arttıkça kaçak azalır. İç dış ısı farkı arttıkça enerji kaçağı artar. Mutlak yalıtım söz konusu değildir, ancak kaçak müddetini uzatmak mümkündür.

Yalıtımın duvarlarda içten yapılması ile dıştan yapılması haline göre %50'lere varan oranda tasarruf sağlamak mümkündür. Diğer avantajlar da yukarıda belirtilmiştir.

Sonuçta, binalarda yalıtımın iç mekânlarda yapılması ile, Türkiye ölçeğinde düşünürsek, her yıl tekrarlanan şekilde trilyonlarca liralık enerji tasarrufu yapmış oluruz. Ayrıca yine her yıl tekrarlanan şekilde trilyonlarca ölçülemeyen değerde, daha az çevre kirliliği ve daha az doğal denge bozulması meydana gelir.

Soyval Atıkan
İç, Yık. Mük

Ön Yargılı Nükleer Enerji!..

Son aylarda basında, nükleer enerji konusu tartışılmakta, Türkiye'de nükleer santral yapımına bazıları "evet" bazıları da "hayır" demektedirler. "Evet" diyenlere ve nükleer enerji dalında çalışan bilim adamı ya da teknik personele "Nükleer lobileri" yaftası yapıştırılmakta, Çernobil kazası öne çıkartılarak, Nükleer santrallerle güvenilemeyeceği ve bunları işletebilecek bilgi, deneyim ve yetenekte Türkiye'de teknik personelin bulunmadığı ileri sürülmektedir. 35 yıldır, çoğu Almanya'da geçen ve Nükleer Santrallerde çalışan personelin ve çevrede yaşayan halkın radyasyona karşı daha iyi korunmasıyla ilgili önlemler konusunda çalışmış ve bu uzmanlık dalında, az çok yayınları bulunan bir kişi olarak, burada, salt düşüncelerini belirtmekten çok "bazı gerçekleri" ortaya koyarak tartışmalara katılmak istiyorum. Evet, düşünceler bir yana, "gerçekler" nelerdir?

Nükleer santrallerin de çok az olmasına rağmen elbette ki riskleri vardır, teknolojinin tüm dallarında olduğu gibi! Ancak, Çernobil tipi bir santral, Batıda daha proje aşamasında ilgili makamlarda niçin dahil almadı, yapıp, işletilmesi şöyle dursun! Bu nedenle, Batıdaki nükleer santraller için, Çernobil bir örnek olmaz! Nitekim, ABD'deki TMI nükleer santralındaki 1979 yılındaki kazada, çevreye Çernobil kazasıyla karşılaştırılmayacak derecede az radyoaktif madde yayılmıştır (TMI'da reaktör, kalın çelik ve beton güvenlik silindiri içinde kapsüllenmiş olduğundan).

Kızaman ölmediği TMI'deki kazadan bir hafta sonra, kuzey Hindistan'daki bir hidroelektrik santralının barajı patladığında 20 000 kişi ölmüş; basın ve yayın organlarında Hindistan'daki kazanın küçük bir haber olarak ver almasına karşılık, TMI kazası aylar ve hatta yıllarca gündel konu gibi medyada yer almıştır!..

Türkiye'de bazı kimselerin gereklessi yere nükleer santral yapmaya ya da yaptırmaya gayret ettiği ileri sürülüyor! Bu böyle midir, değil midir bilemeyiz? Ancak iddia edildiği gibi bile olsa şu gerçeğe nasıl bir yanıt verilecektir: Dünya Enerji Konseyi Türk Millî Komitesinin 1993 Enerji Raporu'nda Türkiye'nin 2010 yılında, 1993'de tükettiği tüm enerjinin birbuçuk katını dışardan satın alacağı yer alıyor. Çoğumuzun arzu etmesine rağmen, güneş ve rüzgar enerjileri dahil "yenilenebilir" ya da "tükenmez" enerjiler, önümüzdeki 50 yılda bile bu açığı kapatacak verimlilikte ve ucuzlukta olamayacak ne yazık ki!

Ayrıca, güneş ve rüzgar enerjisinden yararlanmayı risksiz sanıyoruz! Eğer çevre ve insana etkilerle ilgili tehlike ya da riskler üzerinde durulacaksa, bunu, tüm teknikler için bilimin eriştiği düzeydeki yol ve yöntemleri kullanarak ayrı ayrı yapıp, karşılaştırmak gerekir. Örneğin güneş enerjisinden Sahrada 1000 MW'lık güç elde edilmesi için, kabaca 3 km x 4 km'lik bir alanı beton taban üzerinde güneş ışınlarını odaklayan aynalarla ve kollektörlerle donatmak gerekiyor (Almanya gibi güneş enerjisi etkinliğinin çok daha az olduğu bir ülkede aynı elektrik gücüne ulaşabilmek için kabaca 9 km x 10 km'lik çok daha büyük bir alan gerekecektir!).

Bir kent merkezinden büyük böyle bir alanda ve 1000 derece dolayındaki sıcaklık nedeniyle yakın çevredeki yaşam (flora ve fauna) / ekoloji ne olacak diye nedense pek kafa yormuyoruz! Binlerce yıldır oluşmuş ekoloji, bir anda yüksek sıcaklık nedeniyle kuşların bile uçamayacağı bir yöre haline gelmeyecek mi? artan nüfus da gözönüne alındığında, santraller yerine ilerde Türkiye'de sayısı belki birkaç yüzü bulacak "güneş

enerjisinden yararlanma bölgeleri" gibi insana, kurda, kuşa yasak bölgeler oluşunca bugünkü Nükleer Enerji karşıtları nasıl davranacaklar acaba? Hangi kent, bu büyüklükteki alanların yanbaşılarında yapılmasını isteyecek? Ayrıca, inşaat sektöründeki kaza riskinden gidildiğinde, büyük alanların betonlanması sırasındaki kazalar sonucu ölen ve yaralananların sayısı hiç de yabana atılacak düzeyde değil!

Nükleer enerji konusunda çalışılan ya da nükleer enerjiye "evet" diyenleri "Nükleer Lobileri" olarak görmek ve bu konuda uzun yıllar bilimsel ve teknik çalışmalar yaparak, daha güvenilir ve çevreye "yok denecek kadar az" radyoaktif madde salan nükleer santrallerin yapımına katkıda bulunan kimselerin görüşlerini "lobileri" diye önemsememekle sorun çözülüyor mu acaba? İleri enerjiyi açığı nasıl kapatılacak, gitgide artarak havaya salınan CO₂ ve beklenen iklim değişikliği sorunları nasıl çözümlenecek? Bugün, ABD, Japonya, Fransa ve Almanya gibi ülkeler nükleer enerjiden neden acaba hala büyük ölçüde yararlanmaktadırlar? Batıda nükleer enerji karşıtlarının, konuya yabancı olan halkın kafasını çelerek, "çevreyi ve geleceğimizi koruyalım" gibi uluorta sözlerle, nükleer enerji ve teknik düşmanlığı propagandası yaparak, "daha güvenli ve ekonomik nükleer santral" yapımını tam durduramaları da yavaşlatıkları doğrudur! Buna rağmen Fransa, Japonya ve Kore gibi bazı ülkelerde bu çeşit propagandaya kulaklarını tıkamış, nükleer santral yapım programlarını hatta huzlandırmışlardır.

Özete, risksiz hiçbir teknik yoktur ve bilimsel yol ve yöntemlerle yapılan risk hesaplarında nükleer enerji riski en az olanlar içindedir; tıpkı bugün toplu taşıma aracı haline gelen, ama riski en az olan uçaktan korkulmasına karşılık, her gün karayollarında dünyada binlerce ölü ve onbinlerce yaralı verildiği benzetmesinde olduğu gibi!

Uygara yaşamak istiyorsak, gitgide artan nüfusun gereksinimlerini karşılamak için, "Teknikten" yararlanma zorunluğu var, insanların aç, susuz, evsiz, barksız bırakamayacağına göre! Nükleer Enerji de diğer enerjilerle birlikte "enerji yelpaze-

sindeki" yerini alacaktır. Bugün hız kesilmi görüle bile 15-20 yıl sonra 7-8 milyara ulaşacak Dünya nüfusuyla birlikte artan enerji gereksinimini karşılamada Nükleer enerjiden başka önemli bir seçenek de yoktur. Uçaktan korkmaya benzer fobimizi atıp, daha güvenli nükleer santraller yapıp, hem çok daha yararlı olarak kullanabileceğimiz ve yakmak için çok yazık olan fosil kaynakları ve hem de bunların yakılmasıyla ortaya çıkacak zararlı maddelerden çevremizi ve iklimi korumalıyız. "Benden sonrası isterse tufan olsun" demiyorsak!

Türkiyede bugün, Atom Enerjisi Kurumu'ndan, üniversitelere kadar nükleer enerji konusunda 1960'dan beri çalışmalar yapılmaktadır ve burarlarda çalışan değerli bilim adamı ve teknik personel vardır. Nükleer santrallerin yapımı ve işletilmesi sırasında böylece gerekli katkı ve denetim sağlanacaktır. Ayrıca Batıda olduğu gibi, nükleer santrali işletecek personel ve "operatorler" in, iyi öğrenim yapmış yetenekli genç elemanlar arasından seçilecek bunların, daha nükleer santral yapılırken, yurt dışı da bu santralin benzerleri ve simülatorler üzerinde yetiştirilmesi ve deneyim kazanmaları sağlanacağı da aşiktir. Halen yurt dışında Nükleer Enerji konusunda çalışan Türk Bilim adamları ve teknik personel de gerektiğinde Türkiye'deki meslektaşlarını destekleyebilecekleri düşünülebilir.

Bu nedenlerle, bilim ve teknolojinin eriştiği düzeydeki "tam otomatik ve 3-4 kat yedek soğutma sistemli", güvenliliği çok yüksek, 30-40 yıllık deneyimlerle geliştirilmiş nükleer santrallerin Türkiye'de de işletilmesi teknik bir sorun yaratmayacaktır, önyargıyla karşı çıkılmaz ise!

Yazımı, Einstein'ın bir sözüyle bağlayayım: "Atom çekirdeklerini parçalamak, önyargıları parçalamaktan çok daha kolaydır!"

Yüksel Atıkan

Fizik Y. Mak., Maastricht St., 15, 6400
Heerlen/Hollanda

Kaynaklar

Atıkan Y., Çernobil Radyoaktivitesinin İnsana ve Çevreye Etkileri, TE-BİT AK Yayınları, 1994

Bursalı O., Cumhuriyet, Nükleer Santrale

Evet mi?, 04.05.1995

Gençay S., Cumhuriyet, Nükleer Enerjide

Geçikme, 04.04.1995

Temmuz Ayı

Ödüllü Bulmaca'yı

doğru yanıtlayıp,

kura sonucu

kitap kazananlar:

Muhammet Ertop

Zonguldak

M.Ercan Aykar

Mersin

Emine Sevinç Güney

Antalya

Kerim Tezel

İstanbul

Şule Kızıldere

İstanbul

Ağustos Ayı Ödüllü Bulmaca Yanıtı

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	H	I	L	L	A	R	Y	K	O	D	H	A	M	C	L	I	N	T	O	N
2	O	D	E	O	N	U	H	Y	A	K	U	T	A	K	E	K	I			
3	M	A	A	J	I	R	A	L	I	S	F	E	N	D	I	Y	A	R		
4	D	R	I	L	I	N	E	K	L	L	N	A	V	A	R	E				
5	H	E	P	S	I	N	I	C	E	A	U	M	A	R	N					
6	O	E	T	N	A	Ö	S	I	O	S	I	M	I	G						
7	M	I	L	I	A	R	A	P	A	I	M	A	Z	O	R	A	K	I		
8	T	L	I	K	R	Y	E	G	A	R	G	A	R	A	T					
9	N	A	N	C	E	V	A	T	F	E	H	M	B	A	Ş	K	Ü	T		
10	I	C	G	I	A	R	A	A	B	E	Ş	M	E	R	K					
11	L	Ü	N	A	N	I	M	I	Z	M	D	B	Ü	M	E	R	A			
12	Ü	Y	D	Ü	E	S	A	R	I	Ş	I	R	O	Z	O	N				
13	P	O	E	S	O	Y	K	A	K	Ü	L	Ü	A	N	O	N	S			
14	Ü	R	B	A	A	K	R	Ü	L	M	A	N	L	S	I					
15	S	K	A	L	E	R	K	A	P	A	R	O	Ş	I	E					