

# Halka Tipi Deneysel Biyolojik Kalp Kapağının İn Vitro Hidrodinamik Karakteristikleri

*Murat Dikmengil\**, *\*\* Hayati Ekren\*\**, *Feriha Erfan\*\*\**, *Hayati Eşme\*\*\*\**

\*Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi ABD Başkanı ve Dekan Yardımcısı.

\*\*TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Malzeme Araştırma Bölümü.

\*\*\*Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Bölümü.

\*\*\*\*TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Robotik Bölümü.

TÜBİTAK Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi,  
Malzeme Araştırma Bölümü, Biomekanik Araştırma Grubu, Kocaeli

Amacımız halka tipi biyolojik aort kapak protezimizi kendi puls (darbe) duplikatör sistemimizde değerlendirmektir.

İkinci biyolojik halka tipi kapak protezimiz 21 numaradır. Tüm pulsatil akım ölçümleri Motorola MPX5100DP basınç, transdüserleriyle ölçüldü, Vishay 4270A, 4280, 4290 köprü kuvvetlendiricisiyle System 4000 ölçüm sistemine bağlandı.

Halka tipi kalp kapak protezinin sistolik fonksiyonu doğal aort kapağını andırıyordu, kapanma hacmi doğal kapaktan daha fazlaydı.

Çalışmalarımız kapanma hacmini azaltmak ve perikardın ideal saklama ve muamele sıvısını araştırmak yönünde sürdürülmektedir.

GKD Cer.Derg.1995;3:144-146

## **In Vitro Hydrodynamic Characteristics of Second Biological Heart Valve Prosthesis**

Our goal is to evaluate our second biological heart valve prosthesis in own pulse duplicator system.

Pressure measurements were made in our second biological aortic valve size 21. AN the pulsatile flow experiments were conducted in the Marmara Research Center pulse duplicator system. The pulsatile flow pressures were measured with transducers, interfaced to bridge amplifiers and Motorola System 4000.

Second biological aort valve prosthesis is similar to the natural aortic valve in systolic function the closing volume is little more than the natural valve.

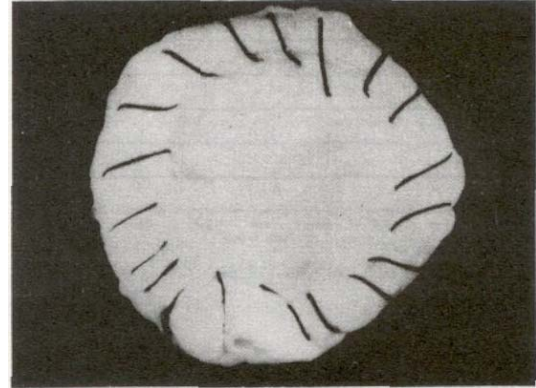
Our studies are continuing; to diminish the closing volume and to find the ideal preservation solution for the pericardium.

1960'lı yıllarda hastalıklı aort kapakları prostetik kapaklarla değiştirilmeye başlandı. Günümüzde kullanılmakta olan bazı kapak tipleri pek çok aort kapak hastasında kullanılmaktadır. 1970'li yıllardan itibaren bioprotezler yaygın olarak kullanılmaktadır. Doku protezlerin en büyük avantajı tromboembolik komp-

likasyonların az olmasıdır. Mekanik kalp kapak protezi takılmış hastaların hayat boyu kullanmak zorunda oldukları warfarin sodium ve bu ilacın getirdiği hemorajik komplikasyonlar biyolojik kapak kullanan hastalarda bulunmamaktadır. Bununla birlikte doku bioprotezlerinin bazı büyük dezavantajları da vardır.



Şekil 1. Halka tipi bioprotez kalp kapak ringi.



Şekil 2. Halka tipi bioprotez kalp kapak çığı

Bunlar; mekanik kapaklara oranla açılma basınç gradyanlarının daha yüksek olması, kapak lifletlerinde jet akımı oluşması, kapak lifletlerinde doku yorulmasının daha fazla olması ve kapak lifletlerinin kalsifikasyonudur.

Tüm çabalara karşın halen ideal kalp kapak protezine ulaşamamıştır. Pek çok merkezde bu konuda çalışmalar sürdürülmektedir.

İdeal kalp kapağının Özelliklerini şu şekilde gözden geçirebiliriz:

- 1- Takılma anında steril ve nontoksik olmalıdır.
- 2- Kalpte normal ya da normale yakın bir alana takılabilmelidir.
- 3- Kalp yapısına uygun olmalıdır. (Kalp yapısını kendine uymaya zorlamamalıdır.)
- 4- Öne doğru akıma direnci az olmalıdır.
- 5- Kapak minimal geri akımla kapanmalıdır.
- 6- Kapak yapısı dayanıklı olmalıdır.
- 7- Uzun ömürlü olmalı ve bu süre boyunca yüksek performansını korumalıdır.
- 8- Kan elementlerine ve komşu kalp dokularına zarar vermemelidir.
- 9- Bioprotez kapaklar antikoagülan kullanılmadan da tromboembolizm eğilimi göstermemelidir.
- 10- Gürültülü olmamalı ve hastayı rahatsız etmemelidir.
- 11- Radiyografik olarak görülebilmelidir.
- 12- Fiyatı ucuz olmalıdır.

Kalp kapak protezlerinde canlılarda rastlanan sorunların çözümü in vitro sıvı çalışmaları ile araştırılabilmektedir. Yapılan in vitro çalışmalar basınç gradyanı, regürgeyan akım ve kapak alanı üzerindedir.<sup>(1,2,3,4,5,6,7)</sup>

Bu çalışmada halka tipi aort kalp kapak protezinin sistolik ve diyastolik fonksiyonu incelendi ve kapanma hacmi kristal boya kullanılarak ve kalitatif olarak değerlendirildi.

#### Materyal ve Metod

##### Kardiyovasküler simülör:

Kardiyovasküler simülör, hidrodinamik bir kaynaktan ve bir dolaşım halkasından oluşmaktadır. Dolaşım halkasının bileşenleri atriyal, ventriküler, protezler ve aort arkusu ile arteriyel modeli taklit eden dirençlerdir.

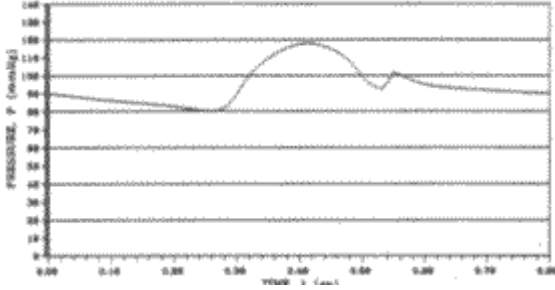
Ventrikül duvarı transparan bir kutu içindedir ve pompa tarafından hareket ettirilen sıvı ile hareket eder. Bu sistem dönüştürme de sıvıyı aort protezine doğru itmektedir. Sıvı periferik damarları taklit eden boru sistemini geçtikten sonra sol atriya dönmektedir.

##### Sistemde kullanılan sıvı:

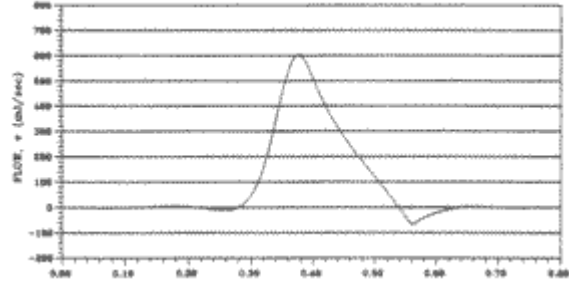
Bioprotez deneylerinde tuzlu su kullanılmaktadır.

##### Aort kapak protezi:

Aort kapak protezi halka şeklindedir ve tam ortasında metalik bir çubuk vardır (Şekil 1). Stent Vitelyumdan hassas döküm yöntemiyle hazırlanmıştır. Vitelyum inert ve non toksik bir maddedir. Etek halkası perikarddan oluşur ve perikard kesisi ortadaki çubuğa 90° dik açı ile yapılır. Kesi stentin bir kenarına ulaşırken diğer kenardan 3 mm uzakta kalır. Bu keşide amaç bir yandan Öne doğru akıma direnci azaltmak öte yandan kapanma süresini kısaltmaktır (Şekil 2)



**Şekil 3.** Halka tipi kalp kapağının 75 Hz frekanstaki basınç ölçümleri.



**Şekil 4.** Halka tipi kalp kapağının 75 Hz frekanstaki basınç ölçümleri.

### Basınç gradyanı çalışmaları

Halka tipi 21 numara aort kapak protezi pulsatil akım şartlarında incelendi. Puls duplikatör sistemi dakikada 75 atım hızında ~300 ms sistolik zamanda ve 2,5 ila 7,5 litre/dak arasında değişen debilerde incelendi. Bu akımlarla normal fizyolojik şartlar hedeflendi. Kapak fonksiyonu 120 mmHg'ye değin düzgün bir artış gösterdi ve sistol sonunda gene düzgün bir inişle 80 mmHg'ye ulaştı (Şekil 3).

Kapak 40 mmHg ye ulaşan geri akım basıncına direnç gösterdi. Ancak bunu aşan basınçlarda geri kaçak oluştu (Şekil 4).

### Sonuçlar

21 numara halka tipi aort kapak protezi 120 mmHg'ye ulasan öne doğru akıma yeterli bir sistolik fonksiyonla yanıt vermektedir. Açılma gradyanı 20 mmHg düzeyindedir. Kapak 40 mmHg basınçta geri akıma direnç göstermekte ve kaçak olmamaktadır. Ancak kapağın kapanma süresi uzundur ve geri akım miktarı fazladır.

### Tartışma

Halka tipi kapak protezinin üretiminde vücuda en az reaksiyon yaratması hedeflendi. Bu nedenle Vitelyum ve Perikardium kullanıldı. Halen bu maddelerin canlı bünyedeki seyirleri incelenmektedir, Hidromekanik açıdan halka tipi aort kapak protezinin sistolik

fonksiyonu yeterli görünmektedir ancak diyastolik fonksiyonun iyileştirilmesi daha yüksek geri basınçta direnç ve kapanma hacminin azaltılmasına çalışılmaktadır.

### Kaynaklar

1. Cabbay S, Yellin EL, Feishman WH and Frader RWM: In vitro hydrodynamic Comparison of St Jude, Bjork-Shiley and Hall-Kaster valves. Trans. Am. Soc. artif. internal Organs XXVI, 1980.231-236.
2. Kohler J and Baghai N: Determination of the heart valve orifice. World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, 5-11 September, Hamburg.
3. Kohler J, Ehrentraut, G and Stormer B: Hemodynamics of four new prosthetic heart valves. Proceedings of the European society for Artificial Organs 24-26 August 1981, Kopenhagen.
4. Kohler J and Schroder W: C losing volume and leakage volume of new prosthetic heart valves. IX Annual Meeting of the European Society for Artificial Organs 1-3 September 1982, Brussels.
5. Steinbach B, Kohler J and Limbert W: A technical model of the left heart. Development and isovolumetric experiments. Biomed. Technol, 1981. 26, 72-80.
6. Stormer R, Medling W, Kohler J, Kivelitz H, Kremer K and Staib W: Comparative study of in vitro flow characteristics between a human aortic and a designed aortic valve and six corresponding types of prosthetic heart valve. Eur. Surg, 1976. Res. 8, 117-131.
7. Walker DK, Modi VJ and Brownlee RT: In vitro assesment of mitral valve prostheses. J thorac. cardiovasc. Surg, 1980.79, 680-688.