

인공심장용 폴리머 밸브의 역류 특성 분석

이정주, 최종훈, 이정훈, 이서우, 엄경식, 안재목*, 민병구†

서울대학교 대학원 협동과정 의용생체공학전공

*한림대학교 정보전자공과대학 전자공학부

†서울대학교 의과대학 의공학교실

A study on the performance of the polymer valve in Total Artificial Heart

J. J. Lee, J. H. Choi, J. H. Lee, S. W. Yi, K.S. Om, J. M. Ahn* and B. G. Min†

Interdisciplinary Program in Medical and Biological Engineering Major, Seoul Nat'l Univ.

*Department of Electronics Engineering, Hallym University

†Dept. of Biomedical Engineering, College of Medicine, Seoul National University

ABSTRACT

For the artificial heart valve, two types of valves- polymer and mechanical valve- are generally used. The polymer valve is used as a new low-cost artificial valve. Among the several properties of the artificial valve, the low-regurgitation property is important because it can provide better cardiac output characteristic. So in this study we analyzed and compared the regurgitation property of the mechanical valve which is generally used nowadays and the polymer valve which was made in our group. As results, the polymer valve showed the better regurgitation property compared to the mechanical valve approximately by 3 times, and increased the cardiac output by 10 %.

서 론

인공심장용 밸브로 polymer 밸브와 mechanical 밸브가 널리 쓰이고 있다. 밸브는 심장의 판막을 대신한 것으로 피의 역류와 원하는 방향으로의 이동을 위하여 쓰이고 있다. 밸브의 특성은 원래 이상적인 on-off 특성을 보여줘야 한다. 자연심장의 경우 능동적인 개폐가 이루어지므로 이상적인 on-off에 가깝다고 말할 수 있으나 현재 인공심장용으로 쓰이고 있는 밸브들은 밸브양단의 압력차이에 의존한 수동적인 개폐만이 이루어질 뿐이다. 양압에 의해서 열리고 음압에 의해서 닫힌다고 할 때, 양압에서 음압으로 가서 즉 열려 있다가 닫히는 과도상황에서 능동적인 작동이 요구될 수가 없다. 결국 빠른 압력변화와 유체의 환류 때문에 수동적인 상황에 의한 역류 즉, regurgitation이 일어난다. 역류의 정도는 밸브의 성능을 특정 짓는 중요한 요인 중의 하나이고 심

박출량에 직접적인 영향을 미치게 된다. 그래서 높은 심박출량을 위해서 낮은 역류가 요구된다. 그리고 직접적인 심박출량 산출에 있어서도 역류량의 정보가 필요하다.

mechanical 밸브와 polymer 밸브, 각각의 밸브는 역류의 관점에서 서로 다른 성능을 보여주는데 본 연구에서는 널리 쓰이고 있는 mechanical 밸브와 본 실험실에서 만든 polymer 밸브의 역류 특성을 살펴보기로 한다.

본 론

실험 시스템은 모의 순환 시스템에 완전 이식형 인공심장을 연결하고, 심박출량을 5L/min으로 고정하고 다음 초음파 유량측정계로 유체의 흐름을 측정하였다. 인공 심장 내에는 왼쪽, 오른쪽 두개의 혈액 주머니가 있는데 왼쪽은 좌심방, 좌심실에 대비되고, 오른쪽은 우심방, 우심실에 대비된다. 유체의 흐름을 측정하는 관으로는 왼쪽혈액주머니에서 체순환계로 가는 관, 즉 대동맥을 사용하였다. 그 이유는 대동맥으로 가는 혈액의 흐름이 심장의 큰 목적이므로, 심박출량도 대동맥을 흐르는 혈액의 흐름으로 산출하기 때문이다. 초음파 유량측정기(Transonic Systems Inc., Ithaca, New York, USA)에서 나온 신호를 A/D conversion하여 얻은 데이터로부터 mechanical 밸브와 polymer 밸브의 역류특성을 분석, 비교하였다.

Mechanical 밸브로는 Bjork-Shiley 밸브(Bjork-Shiley convex-concave disc valve)를 사용하였고, polymer 밸브로는 본 그룹에서 제작한 polymer 밸브를 사용하였다. [1]

인공심장 작동시 각각의 밸브를 통한 유체의 흐름은 그림 1과 같다. 음의 값들이 역류를 나타내는데 그림 1과 같이 밸브가 열려있다가 닫힐 경우

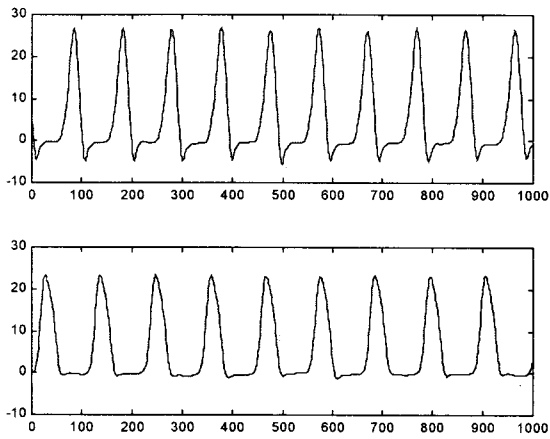


그림 1. 두 밸브에 따른 유체의 흐름(L/min)
(a) mechanical 밸브 (b) polymer 밸브

mechanical 밸브의 경우에서 더 심한 역류를 보이고 있고 그 최저값도 polymer 밸브보다 훨씬 많이 내려감이 보였다.

각각의 밸브에 대해 대동맥압을 50mmHg 에서 150mmHg 까지 증가시키면서 그림 1 과 같은 데이터 들을 얻었다. 그 데이터들로부터 전체 심박출량에 대한 역류량의 백분율을 구했다. 그림 2 가 두 밸브에 대하여 심박출량에 대한 역류량의 백분율을 1차 선형 근사를 통해 구한 그림이다.

그림 2로부터 첫째, polymer 밸브를 쓸때가 mechanical 밸브를 쓸때보다 역류량이 3 배 이상 작다는 것을 알수 있고, 둘째, polymer 밸브의 경우가 대동맥압에 따른 민감도가 더 적음을 알수 있고, 셋째, 그로인해 심박출량의 약 9%이상의 향상을 가져왔음을 알수 있다.

결론 및 토의

본 연구를 통해 두 밸브의 역류특성이 다르게 나타나는 것을 확인하였고 본 실험에 쓴 polymer 밸브가 mechanical 밸브보다 3 배이상 좋은 역류특성을 나타

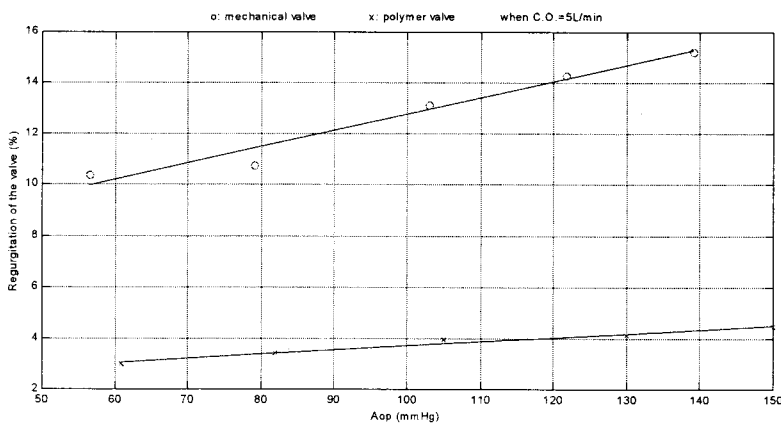


그림 2. 대동맥압에 따른 밸브의 역류량(%)
(위 : mechanical 밸브 아래: polymer 밸브)

냄을 확인하였다. 그래서 전체 심박출량을 대략 9% 이상 증가시켰음을 알수 있다. 그로 인해 같은 심박출량을 내기 위해 필요한 소비전력이 polymer 밸브를 쓸때가 mechanical 밸브를 쓸때보다 적어진다는 것도 알수 있다. 이 결과를 토대로 전동기 구동형 인공심장의 심박출량을 보다 정확하게 산출할수 있게 되었다.

앞으로도 더 낮은 역류량을 보이도록 개선해야 할 것이고 또, 대동맥압이나 심박출량에 덜 민감한 역류특성을 가지도록 개선되어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] S.W.Suh, W.G.Kim, H.C.Kim and B.G.Min, "A new polymer valve for mechanical circulatory support systems", The International Journal of Artificial Organs, Vol.19, no.12, 1996/pp.712-718