

이중 박동성 인공심폐기(Twin-Pulse Life Support, T-PLS)를 이용한 심폐순환보조

이 동 협* · 정 태 은* · 이 장 훈*

Extracorporeal Life Support with a Twin-pulse Life Support (T-PLS) System

Dong Hyup Lee, M.D.*, Tae Eun Jung, M.D.*, Jang Hoon Lee, M.D.*

A mechanical circulatory support system is a life-saving option for treating acute severe respiratory failure or cardiac failure. There are currently a few types of assist devices and the Twin-Pulse Life Support (T-PLS) system is a kind of pulsatile pump. We report here on three patients with severe life threatening cardiopulmonary dysfunction who had the T-PLS system used as an assist device. The indications for applying the T-PLS system were continuing respiratory or cardiac failure in spite of maximal ventilatory and inotropic support. There were two patients with acute respiratory failure due to infection and one patient with cardiac failure due to acute myocarditis. One respiratory failure patient and one cardiac failure patient survived after applying the T-PLS system for 3 days and 5 days, respectively. The T-PLS system is useful as an assist device and it should be considered before multi-organ failure occurs.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2007;40:512-516)

Key words: 1. Extracorporeal circulation
2. Assist device
3. Pulsatile pump

증례

증례 1

5세의 남자 환아가 내원 1주 전 기침과 콧물을 주소로 일차병원에서 단순 상기도 감염으로 치료하던 중 호흡곤란이 심해져 폐렴 진단하에 본원으로 전원되었다. 내원 당시 체온은 37.1도, 맥박수는 분당 140회, 호흡수는 분당 50~60회였으며 단순 흉부 X-선 검사상 좌측 폐하부 3/4과 우측 중간 폐야에 심한 폐렴성 경화가 있었다(Fig. 1). 초기 동맥혈 검사소견은 pH가 7.4, PaCO₂ 28.2 mmHg, PaO₂ 71 mmHg, BE가 -6.7이었다. 기도삽관 및 인공호흡기로 100%산소를 투여하였으나 12시간 후 동맥혈 검사소

견은 산증이 더 심해져 pH가 7.13, PaCO₂ 61 mmHg, PaO₂ 80 mmHg, BE가 -8.5소견을 보였다. 재차 촬영한 단순 흉부 X-선 소견상 좌측폐야의 전부와 우측 폐야의 3/4까지 경화가 진행되었다. 경과가 매우 빨리 진행되고 인공호흡기로는 더 이상의 치료효과를 기대하지 못해 T-PLS system을 거치하였다. 도관은 우측 장골동맥과 정맥을 통하여 삽입하였으며 동맥은 14F, 정맥은 17F 도관을 사용하였다. 체외순환 후 산증은 교정되었으며 활력증상도 안정된 소견을 보였다. 약 24시간 후부터 흉부 X-선상 호전된 소견을 보였으며 3일째 체외순환을 중단하고 도관을 제거하였다. 이후 환자는 mycoplasma에 의한 폐렴으로 진단되었으며 2주간의 호흡기 치료를 거쳐 퇴원하였다. 2개월 뒤 외래에서 검사한 흉부 CT소견에서 작은 크기의 기종

*영남대학교 의과대학 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, College of Medicine, Yeungnam University

논문접수일 : 2007년 4월 27일, 심사통과일 : 2007년 6월 12일

책임저자 : 정태은 (705-03) 대구광역시 남구 대명 5동 317-1, 영남대학교 의과대학 흉부외과학교실

(Tel) 053-620-3884, (Fax) 053-626-8660, E-mail: tejung@med.yu.ac.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

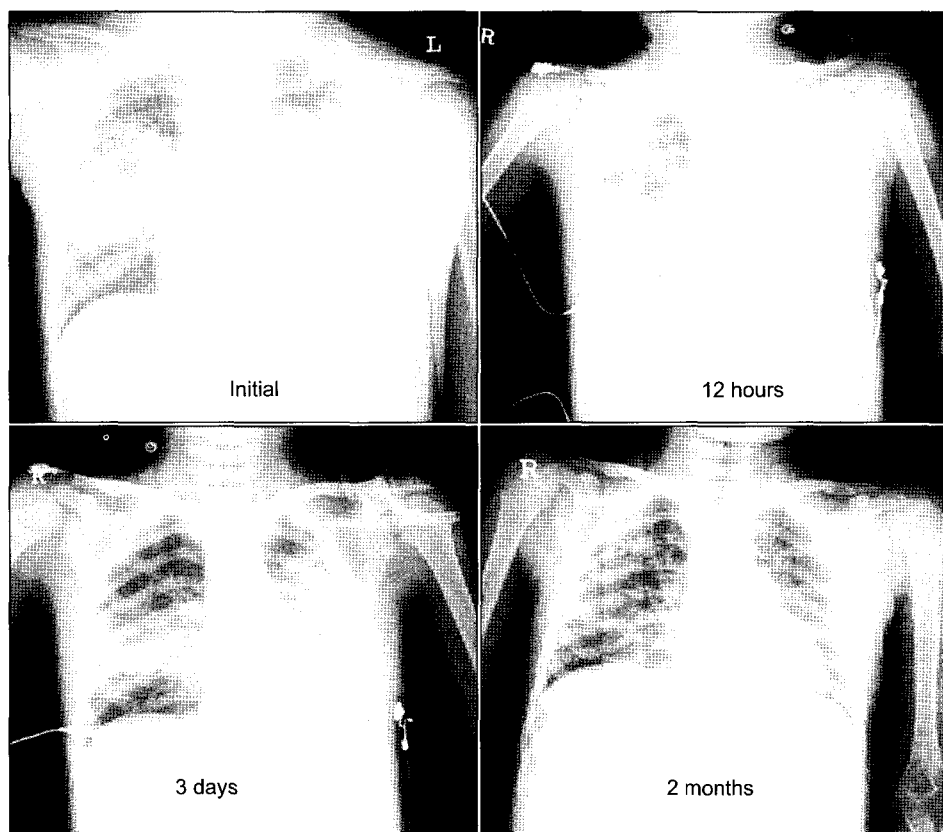


Fig. 1. Serial chest x-ray of case 1.

이 일부 관찰되었으나 호흡기능에는 전혀 지장이 없었다.

증례 2

61세의 남자 환자가 3일 전부터 감기 증상과 전신 무력감으로 일차병원에서 치료하던 중 갑자기 흉통과 호흡곤란을 호소하여 응급실로 내원하였다. 내원 당시 활력증상은 혈압 90/60 mmHg, 체온 37.2도 분당 맥박수는 112회, 중심정맥압은 18 mmHg였다. 검사소견상 WBC 18,900/mm³였으며 BUN과 Creatinin이 85 U와 4.69 U로 매우 증가되어 있었다. 심초음파상 심실 구축률은 20%로 감소한 소견을 보였다. 즉시 이노제와 혈압상승제 치료를 시작하였으나 활력증상의 악화와 함께 심전도의 ST 분절이 거의 전 lead에서 변화를 보이고(Fig. 2) Troponin I 142.3 ng/mL, CK-MB 969.9 ng/mL로 매우 증가하여 응급으로 관동맥혈관 조영술을 시행하였다. 조영술 검사상 관동맥혈관은 협착부위 없이 정상이었으나 전반적으로 심한 수축력저하 소견을 보였다. 관동맥조영술을 시행하던 중 활력증상의 유지가 어려워 인공호흡기 거치와 함께 IABP를 삽입하였지만 3~4시간이 지나면서 혈압의 유지가 힘들고 폐울혈이 점점 진행되어 심폐보조장치를 거치하고 IABP를 제거

하였다. 도관은 우측 장골동맥과 정맥을 통하여 삽입하였으며 동맥은 21F, 정맥은 28F 도관을 사용하였다. 체외순환 후 활력증상은 시간이 지남에 따라 비교적 안정되었으며 심전도의 변화도 서서히 회복되었다. 순환 보조를 시작한 후 약 22시간이 경과하면서 산화기에 공기 방울이 발생하면서 산화기를 통과한 관류혈의 산소포화도가 점차 떨어져 산화기를 교환하였으며 이후 28시간 뒤 다시 동일한 현상이 발생하여 재차 교환하였다. 4일 후 체외순환을 줄이기 시작하였으며 5일째 체외순환을 위한 도관을 삽입한 부위 하지의 혈류장애 소견을 보여 체외순환장치를 제거하였고 이후 환자의 상태는 안정적으로 유지되었다. Immunoglobulin 검사상 Parvo 바이러스에 양성 반응을 보여 바이러스에 의한 급성 심근염으로 진단하였다. 도관을 삽입한 동안 하지의 혈류장애로 인한 운동기능 저하로 물리치료를 필요로 하였으며 회복 정도를 추적관찰 중이다.

증례 3

44세의 남자 환자로 내원 10일 전부터 상기도 감염증상으로 치료 중 3일 전부터 호흡곤란이 심해져 입원하였다. 내원 당시 단순 흉부 X-선 소견상 좌하엽에 폐렴의 소견

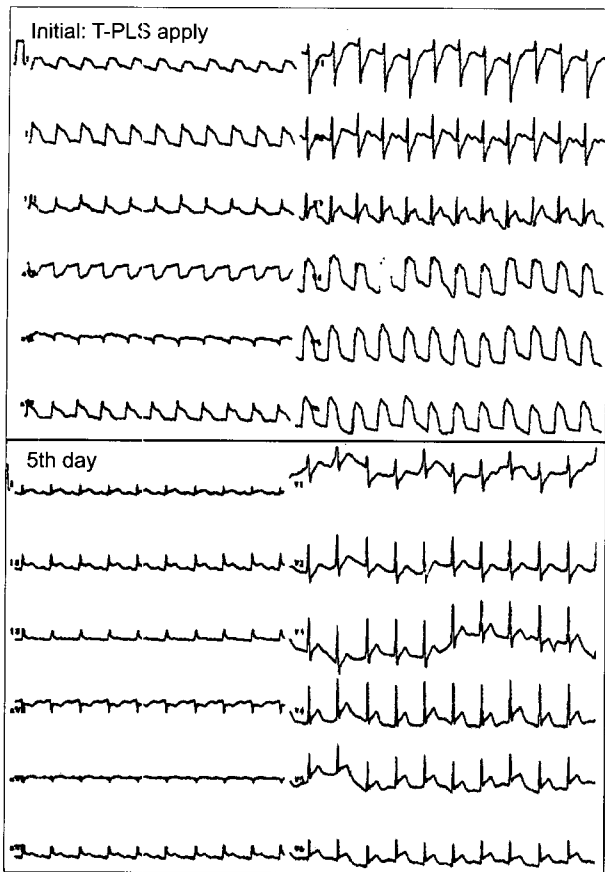


Fig. 2. Serial echocardiogram of case 2.

과 함께 늑막삼출의 소견을 보였다(Fig. 3). 입원과 동시에 항생제 치료를 시행하였으나 경과는 더 진행하여 다음날 기관삽입과 함께 인공호흡기를 거치하였다. 그러나 시간이 지날수록 폐의 병변은 점점 더 진행되었으며 호흡기 산소농도를 95% 이상으로 하고 PEEP을 18 mmHg를 적용하여도 동맥혈 산소포화도 유지가 어려웠다. 이 과정에서 대량의 이노제와 스테로이드를 사용하였으며 7일 뒤 폐포 출혈이 발생하였다. 폐렴의 원인균으로 acinetobacter가 배양되었고 대량의 항생제 투여에도 불구하고 다발성 장기부전 소견을 보였으며 이때 순환보조장치를 거치하였다. 이후에도 계속 대량의 강심제를 비롯한 각종 약제들을 투여하였으나 순환보조장치 거치 3일 뒤 환자는 사망하였다.

고 찰

급성 심폐부전은 다양한 원인에 의해 발생할 수 있는 매우 위험한 상황으로 즉시 적절한 조치를 취하지 않으면

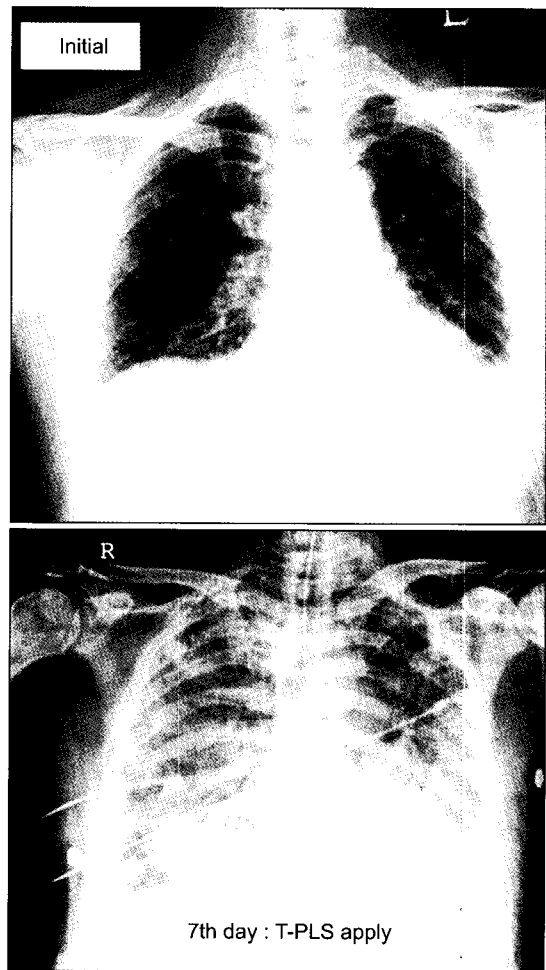


Fig. 3. Serial chest x-ray of case 3.

매우 위험하다. 이러한 상황에서 기계적인 순환보조장치는 생명을 구할 수 있는 방편의 하나로 적용할 수 있다. 체외순환 장치는 심장수술의 보조장치로 개발 운용되어 왔으며 심폐기능의 순환보조 장치로도 운용되면서 급성 호흡부전이나 심부전환자에서 주요장기에 산소공급과 관류를 일정부분 유지하는 방편으로 적용되고 있다. 이러한 보조장치는 환자의 생명을 유지하여 원인 질환이 회복되기를 기대할 수 있고 또한 이식수술 등을 포함한 전 단계가고 역할을 할 수도 있다. 이러한 체외순환기법에 관한 많은 연구가 이루어져 왔다[1]. 체외순환에 사용할 수 있는 펌프의 종류에는 여러 가지가 있으며 압력의 형태에 따라 박동성 펌프와 비박동성 펌프가 있다. 순환보조장치에 주로 많이 사용하는 원심펌프는 비박동성 펌프에 해당하며 Twin-Pulse Life Support (T-PLS) system은 박동형 펌프의 한 종류다[2]. 비박동성 혈류의 장점은 순환회로 내

Table 1. Patient profiles

Case	Age/ Sex	Diagnosis	Apply time after diagnosis	Assist time	Results
1	5/M	Pneumonia, ARDS	< 1 day	3 days	Survival
2	61/M	Acute viral myocarditis	< 1 day	5 days	Survival
3	44/M	Pneumonia, ARDS	7 day	3 days	Expire

ARDS=Acute respiratory distress syndrome.

의 압력이 높지 않고 일정하며 혈구세포 손상이 적은 것으로 알려져 있다. 그러나 박동성 혈류에 비해 비생리적으로 말초조직관류에 불리하며 조직의 혈류요구량을 충족시키기 위해서는 박동성 혈류에 비해 약 20~30% 더 많은 박출량이 필요하고 또한 산소교환능력도 박동성이 비해 떨어지는 것으로 알려져 있다[3]. 이러한 단점을 보완하기 위해 박동성 혈류를 조성할 수 있는 체외순환기의 개발도 많이 시도되어 왔다. T-PLS system은 두 개의 튜브 내에서 번갈아 가며 혈류박출을 만들어 내는 장치로 소형화 되어 있어 개심수술뿐만 아니라 일시적인 폐 기능 보조, 말초 장기의 순환보조 장치로서 이용하기에 용이하다.

그러나 어떠한 형태의 펌프를 사용하더라도 합병증으로 경련과 같은 신경증상, 감염, 위장관 출혈, 심부전증 그리고 부정맥 등이 올 수 있는데 순환체계를 소형화하여 이면과 충진액을 줄이고 사용 시간을 최소화하는 것이 체외순환으로 인한 합병증을 줄이는 방안이 된다. 또한 증례 2와 같이 도관을 삽입한 하지의 혈류장애를 초래할 수도 있어 도관의 삽입 부위 선정과 유지과정에서도 세밀한 관찰이 필요하다. 심폐보조장치는 비록 오랜 기간 동안 체외순환을 계속할 수는 없지만 일시적인 순환보조로 심폐기능 회복 혹은 이식의 전 단계에서 적절한 이식조건이 마련될 때까지 시간을 확보할 수 있는 방법의 하나로 적용할 수 있다[4].

급성 호흡부전의 원인으로는 급성 폐손상(acute lung injury)과 ARDS가 주류를 차지한다. 일반적으로 시도하는 호흡부전의 치료로는 인공호흡기 적용이 기본이 되며 고농도의 산소와 PEEP을 사용하며 엷드린 자세 그리고 스테로이드 투여 등을 할 수 있다[5]. 그러나 기계적인 호흡기의 적용에 따른 합병증으로 공기압력에 의한 폐손상, 고농도 산소에 의한 중독증 등이 올 수 있으며 심한 경우 기계호흡과 산소의 적용만으로 저산소증의 교정이 불가

능 할 수 있다. 이러한 경우는 매우 위험한 상태로 즉시 체외순환을 통한 교정이 필요하다. Zapol 등[6]은 조기 적용의 기준으로 인공호흡기 적용상태에서 FiO_2 를 1과 PEEP 5 cm H_2O 이상으로 하여도 PaO_2 가 50 mmHg 이하가 2시간 이상 지속되면 적응이 된다고 하였으며 이러한 조기 적용이 환자의 소생 가능성을 조금이라도 높일 수 있다고 하였다. 폐혈증에 의한 급성호흡부전이나 세균성 폐렴이 가장 많은 ECMO의 적응이 되고 있으며 드물게는 폐혈증에 의한 저혈압도 적응이 된다[7]. Luyt 등[8]은 폐혈증이나 심한 ARDS에서는 성공적으로 치료되었으나 다발성 장기부전증에 의한 쇼크에서는 예후가 매우 불량하다고 하였다. 급성 호흡 부전에 가장 보편적으로 이용되는 방법을 보면 산화기를 이용하는 것을 기반으로 하고 카놀라를 정맥-정맥 혹은 동맥-정맥 등에 삽입하여 펌프를 연결하여 사용한다.

심인성 쇼크의 가장 많은 원인은 급성 심근경색이지만 다른 다양한 원인에 의해서도 쇼크가 발생하는데 관동맥 혈류의 장애로 인한 경우 IABP의 사용과 함께 재관류술이 치료의 방법이 되지만 심근염 등에서도 같이 관동맥혈류와 상관없이 심근 자체에 문제가 생겨 쇼크가 발생하는 경우 체외순환을 통한 순환유지와 함께 원인 치료가 병행된다면 환자의 소생가능성을 기대해 볼 수 있다.

본원의 경우 3예의 심한 심폐기능부전의 상태환자에게 T-PLS system을 사용하였다(Table 1). 두 명의 환자는 급성 폐렴에 따른 호흡부전증이었으며, 한 명은 급성 심근염에 의한 심인성 쇼크 환자였다. 호흡부전 환자는 인공호흡기를 최대한 사용하였으며 심인성 쇼크 환자는 강심제와 IABP를 사용하였다. 응급상황에서 보조순환을 위해 체외순환 시스템을 준비하고 도관을 삽입하는 시간은 빠를수록 좋다. 그러나 아무리 신속히 준비하더라도 심정지상태와 같은 초응급상황에서는 시간이 부족할 수밖에 없다. 본원의 경우 준응급 상황 즉 심정지 등이 발생하기 전에 심폐순환 보조를 시행하였다. 2예에서는 혈관을 노출시켜 직접 도관을 삽입하였으며 1예에서는 경피적으로 삽입하였다(Table 2). 본원에서는 순환보조 시 산화기를 제외한 라인들을 미리 준비해 두고 있으며 도관 삽입과 병행해서 체외순환을 준비하는 데 소요된 시간은 약 20여분이었다. 헤파린은 초기에 1 mg/kg을 투여하였고 이후는 ACT time을 약 200~250초 유지하도록 하였다. 관류량은 처음에는 약 2 L/ M^2 로 시작하였으며 활력 증상이 안정되면 반으로 낮춰 계속 유지하였다. 보조순환 중 산화기의 교환 가능성 때문에 처음 설치할 때 관류체계에 미리 보조라인

Table 2. Cannula and Oxygenator for T-PLS system

Case	Cannula (DLP [®] Vented)		Oxygenator (Trillium Affinity NT5415) number (and change time)
	Site and size	Insertion method	
1	FA (14F)~FV (17F)	Open	1
2	FA (21F)~FV (28F)	Open	3 (after 22 hours, after 50 hours)
3	FA (21F)~FV (28F)	Closed	1

FA=Femoral artery; FV=Femoral vein.

(safety line)을 만들어 놓았으며 증례 2에서처럼 교환이 필요한 경우 다른 산화기를 충전하고 보조라인을 통해 연결하여 순환 중단 없이 보조순환을 지속할 수 있었다. 환자들의 순환보조 장치의 사용 시간은 증례 1에서 3일간 사용하였으며 증례 2의 심근염 환자는 5일간 사용하였다. 생존한 2명의 환자는 심폐기능부전 진단 즉시 순환보조장치를 사용하였으며 사망한 호흡부전 환자의 경우 인공호흡기 거치 후 다른 방법으로 최대한 유지하다가 7일째 순환보조장치를 사용하였는데 다발성 장기부전이 온 상태로 보조장치로도 활력증상의 유지가 불가능하였다.

순환보조장치의 사용은 비록 원인이 판명되기 전이라 하더라도 심폐기능부전으로 인한 심정지나 다발성 장기부전이 오기 전에 조기에 적용되어야 할 것으로 생각하며 T-PLS system은 순환보조장치로도 유용하게 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Hill JB, Bruhn PS, Cohen SE, et al. *Emergency application of cardiopulmonary support: a multiinstitutional experience.*

Ann Thorac Surg 1992;54:615-8.
 2. Shin HK, Won YS, Lee JY, et al. *Application of the pulsatile cardiopulmonary bypass in animal model.* Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2004;37:1-10.
 3. Kim HK, Son HS, Fang YH, et al. *Effect of pulsatile versus nonpulsatile blood flow on renal tissue perfusion in extracorporeal circulation.* Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2005;38:13-22.
 4. Hoefler D, Ruttman E, Poelzl G, et al. *Outcome evaluation of the bridge-to-bridge concept in patients with cardiogenic shock.* Ann Thorac Surg 2006;82:28-33.
 5. Kopp R, Dembinski R, Kuhlen R. *Role of extracorporeal lung assist in the treatment of acute respiratory failure.* Minerva Anesthesiol 2006;72:587-95.
 6. Zapol WM, Snider MT, Hill JD, et al. *Extracorporeal membrane oxygenation in severe acute respiratory failure. A randomized prospective study.* JAMA 1979;242:2193-6.
 7. Dan MM, Michael EJ. *Results of extracorporeal membrane oxygenation in children with sepsis.* Ann Thorac Surg 1997; 63:756-61.
 8. Luyt DK, Pridgeon J, Brown J, Peek G, Firmin R, Pandya HC. *Extracorporeal life support for children with meningococcal septicaemia.* Acta Paediatr 2004;93:1608-11.

=국문 초록=

기계적인 순환보조장치는 급성호흡부전이나 심부전에서 생명을 구할 수 있는 방편의 하나이다. 현재 여러 가지 형태의 순환 보조장치가 있으며 Twin-Pulse Life Support (T-PLS) system은 박동형 펌프의 한 종류다. 3예의 심한 심폐기능부전 상태 환자에게 순환보조장치로 T-PLS system을 사용하였다. 적응증은 인공호흡기와 강심제를 최대한 사용함에도 불구하고 지속되는 호흡부전이나 심부전이었다. 감염에 의한 호흡부전환자가 2예, 심근염에 의한 심부전 환자가 1예였다. 각각 한 명의 호흡부전환자와 심부전 환자가 생존하였는데 보조장치의 사용시간은 각각 3일과 5일이었다. T-PLS system은 순환보조장치로 유용하게 사용할 수 있으며 다발성 장기부전이 오기 전에 적용하여야 할 것으로 생각된다.

중심 단어 : 1. 체외순환
 2. 보조장치
 3. 박동형 펌프